农业植物病理学丛書

禾谷类作物病害

仇元
裘維蕃 編

高等教育出版社

农业植物病理学丛书



禾谷类作物病害

仇　元
裘維蕃　編

高等教育出版社



“禾谷类作物病害”一书为农业植物病理学丛书之一，該丛书系由北京农业大学裘維蕃先生主編，共十册，除本书外，其余九册为：薯类作物病害、棉麻作物病害、糖料作物病害、油料作物病害、烟草病害、綠肥作物及牧草病害、蔬菜病害、果树病害、护田林树木病害。

本书內容包括麦类病害（仇元編）、水稻病害（裘維蕃編）、杂谷病害（仇元編）三部分，对这些作物的各种主要病害，一一加以闡述，涉及了症状、病原、影响侵染因素、防治措施等方面。

本书可供农业院校师生及一般农业科学工作者参考之用。

禾谷类作物病害

仇　元　裘維蕃　編

高等教育出版社出版　北京宣武門內承恩寺7号

（北京市书刊出版业营业許可証出字第054号）

京华印书局印刷　新华书店发行

統一书号16010.783　开本787×1092 1/32　印張6 12/16

字数144000　印数0001—3.000　定价（8）￥0.85

1959年4月第1版　1959年4月第1次印刷

目录

前言……1
第一章 麦类病害……2
第一节 麦类作物黑穗病……3
第二节 麦类作物銹病……36
第三节 小麦赤霉病……74
第四节 小麦綫虫病(附小麦蜜穗病)……84
第五节 麦类白粉病……91
第六节 大麦条紋病(附大麦网斑病)……95
第七节 小麦根腐病……102
第八节 麦类作物的其他病害……106
参考文献……113
第二章 水稻病害……117
第一节 稻瘟病……119
第二节 稻胡麻斑病……132
第三节 稻白叶枯病……138
第四节 稻紋枯病及菌核病……142
第五节 稻白杆(恶苗)病……151
第六节 水稻烂秧……156
第七节 水稻的其他病害……160
参考文献……171
第三章 杂谷病害……174
第一节 我国杂谷病害概况……174
第二节 杂谷的黑穗病……176
第三节 粟白发病……194
第四节 玉米赤霉病和干腐病……200

第五节　玉米的叶部病害……………………………………………………………………204
第六节　高粱的叶部病害……………………………………………………………………209
第七节　谷子的叶部病害……………………………………………………………………210
参考文献………………………………………………………………………………………211

前 言

我国的粮食作物包括禾谷类、豆类、薯类等作物。禾谷类乃是我国最主要的粮食資源。1952 年禾谷类播种面积約占粮食作物播种总面积的 83%，产量約占粮食作物总产量的 84%。由于禾谷类在粮食生产上占有很大的比重，所以它們的收成丰歉，在国民經济上所产生的影响是很巨大的。我国发展国民經济的第一个五年計划指出："为着适应城市人口日益增多和城乡人民生活水平逐步提高的需要，我們必須生产更多的粮食"。[①] 防治病虫为保証完成增产計划的主要措施之一。

禾谷类作物中的水稻和小麦是我国人民食用的主粮。1952 年水稻的播种面积約占粮食作物面积的 22.7%，小麦为 20.2%。它們在粮食作物的栽培上占有很大的比重。禾谷类中的玉米、谷子、高粱和其他麦类以及黍、稷等在习惯上統称杂粮，这并不意味着它們在农业上的地位。事实上玉米、谷子和高粱在旱地上是主要的秋作。1952 年玉米的播种面积占粮食作物总面积的 10.3%，谷子为8.0%，高粱为7.7%。它們的种植面积都在 1 亿亩以上。任何一种作物受到病害的侵襲，即以最低量的减收百分率来加以統計，在龐大的面积上也能造成巨大的損失数字。从保障粮食生产、完成国家計划的角度来看，都是不容忽視的。禾谷类作物的病害可按照寄主作物的性质分为麦类病害、水稻病害及杂谷病害等部分。

---

① 中华人民共和国发展国民經济的第一个五年計划(1953—1957)，人民出版社 1955 年版，80—81 頁。

第一章 麦类病害

我国的麦类作物以小麦的种植面积为最多，大麦次之，燕麦較少，黑麦最少。它們各有不止一种的病害。

我国的小麦种植面积約在3.7亿亩左右。主要产区位于淮河及秦岭之北。长江流域产麦虽多，但系稻麦两熟区，以水稻为主作。在南方水稻两熟区内，小麦較少。祖国幅員辽闊，小麦产区跨越不同緯度，随着自然条件的差异，便种植着适应不同地区的大量品种。东北各省和长城以北迄六盘山以西一带，由于冬季严寒，生长期短，主要系栽培春小麦，为春麦区。长城綫以南栽培冬小麦，为冬麦区。冬麦区的产量約占小麦总产量的88%，在我国小麦生产上占有較大的比重。

在小麦的病害中，比較主要的有腥黑穗病、杆黑粉病、散黑穗病、杆銹病、条銹病、叶銹病、赤霉病、白粉病、根腐病和綫虫病等。此外，在各地还有其他一些病害在不同的年份里出現。各种病害的分布依各地区的气候、品种、耕作制度以及其他自然或人为因素而不同。例如：长江流域在小麦抽穗期間温暖多雨，常常发生小麦赤霉病；春麦区的小麦品种成熟較晚，容易发生杆銹病，但冬麦区的小麦成熟期早，便逃避了它的損害；陝西关中一带曾因种植抗条銹病的小麦品种而減少了条銹病的威胁，同时又因种植感染杆黑粉病的品种而受到杆黑粉病的威胁；山东省由于带菌粪肥的施用，曾經是腥黑穗病的重点地区，改善了施肥方法就逐漸減少了它的为害；小麦綫虫病最初只在局部地区发生較多，但由于調撥夹杂着虫癭的麦种，它便可能被傳播到另一些地带。因此，当提到主要病

害时，并不意味着其他病害不重要；当提到一种病害的主要发生地区时并不排斥其在另一些地区发生的可能性。各地区的主要病害以及各个病害发生的主要地区常常因各种因素的影响而有所变动。

在我国主要产麦区內，大麦的种植面积不如小麦广泛，但由于它的成熟期較小麦为早，所以在輪作上具有一定的价值。大麦可以根据內外穎紧貼程度分作两类。一般将穎片紧貼的叫作“大麦”，穎片不紧貼的叫作“青稞”或“元麦”。青稞能耐干旱和低温，乃是西北山区和青藏高原的主要作物。在大麦及青稞的病害中，比較主要的有坚黑穗病、散黑穗病、条銹病、杆銹病、叶銹病、条銹病、赤霉病、白粉病和网斑病等。

燕麦在內蒙南部及河北、山西的北部一带种植較多；青海、甘肃、四川等省也有少量栽培。它的主要病害有坚黑穗病、散黑穗病、冠銹病、杆銹病、白粉病、赤霉病和麦角病等。黑麦在西北和东北的高寒地带有少量栽培，但在其他主要农业区域极少种植。黑麦的病害以麦角病、黑穗病、杆銹病和赤霉病等較为主要。

不同的麦类作物常常有許多互相类似的病害。

第一节　麦类作物黑穗病

麦类黑穗病是最受注意的病害。它的种类不一，分布很广。抗日战爭以前，全国麦类黑穗病造成的损失平均每年約达30亿斤。解放以后，在中国共产党的正确領导下大力进行防治，有很显著的成績。根据1956年中央公布的12年全国农业发展綱要（草案），麦类黑穗病乃是在7—12年內基本消灭的对象。

一．小麦的黑穗病

我国小麦上有三种黑穗病：即小麦腥黑穗病、小麦杆黑粉病和小麦散黑穗病。它們都是分布很广的世界性的麦作病害，也是我国小麦生产上的严重敌害。

小麦腥黑穗病和小麦杆黑粉病都是幼苗侵染型的病害。小麦散黑穗病和它們不同，乃是花器侵染型。这些病害的入侵时期很短，而且沒有再侵染。可以抓紧关鍵性阶段，进行有效的防治。但是各个病原菌的越冬方式不同，应該按照它們的特点，采取相应的措施。

小麦腥黑穗病和小麦散黑穗病的发病部位都在小麦的穗部。腥黑穗病只破坏麦粒内部，使种子内容变成腥臭的黑粉；散黑穗病破坏穗形，除穗軸外，全穗变成黑粉。小麦杆黑粉病主要发生在麦秆和叶部。病組織表現黑色条斑，内含黑粉（图 1 A. B. C.）。

1. 小麦腥黑穗病

小麦受腥黑穗病的侵害，不仅减少产量，而且降低品質。病粒里的黑粉有腥臭气味。麦粒被黑粉沾污以后，商品价値降低。如用这种麦粒作飼料，牲畜食后中毒，便会发生粘膜炎。人类呼吸多量孢子后也有一种过敏反应。在使用机械脫粒时，如有大量孢子混入空气中，便可能引起靜电性爆炸和火灾。

这是一个世界性的病害。我国除年平均气温 20°C 的等温綫以南地区外，大部分的产麦区都有此病，但各地輕重不同。此病在西北春麦区以及冬麦区的北部边緣地带較为严重。甘肃曾有 62 县发現腥黑穗病。在青海省的农业地区也普遍发生此病。在山东、安徽北部和云南的大理也曾严重发生。解放后进行防治，在甘肃和山东等地已經显著地减少了腥黑穗病的为害。

各地农民对于此病的称呼大都是根据麦粒病状而定。例如有黑疸、烏霉、烏麦、灰包、葯包、臭麦、鬼麦、黑臭麦、黑臭疸、泡灰包



图 1. 小麦三种黑穗病:

A. 小麦腥黑穗病; *1—2*. 病粒; *3—4*. 厚垣孢子及其萌发状况。*B*. 小麦杆黑粉病; *5—6*. 厚垣孢子及其萌发情况。*C* 小麦散黑穗病, *7—8*. 厚垣孢子及其萌发状况。(*E*, *8*. 仿中农部; *5—6*. 仿李建义; *3—4*. 仿 Heald; 余为作者原图)

等土名，各地不同。足証我国劳动人民早已注意观察这个病害。

自从1755年蒂涅(Tillet)記載了腥黑穗病和散黑穗病的区别以后，人們并不承認黑穗是由眞菌侵染所致。有人認为黑粉是种子衰毁的現象，而不是生物寄生的結果。当时在欧洲还有人認为这是鬼神降罰。1807年普芮伏斯(Prevost)发現放在水内的黑粉有萌芽現象，說明它是眞菌。后来得到杜拉斯(Tulasne, 1854)和另一些人的观察証明。庫恩(Kühn, 1858)用人工接种証明病菌是用侵染絲入侵麦苗的。他在1866年又研究了硫酸銅对于孢子和麦种的影响并建議了具体的措施。布芮菲尔德(Brefeld, 1883)对孢子萌发作了詳細的研究。在这以后的一段时間里各国学者作了不少鉆研，尤其是对种子消毒方面作的很多。但早期的研究大都从病原菌的角度出发。1911年孟納拉蒂(Munerati)注意到播种期的溫度和病害有关系。近代苏联学者对于环境条件与寄主和病原的关系从生物化学的角度作了进一步的研究。山东地区根据粪肥傳播病菌的观察推行粪种隔离，收到了一定的防病效果。

小麦腥黑穗病由于病原菌的不同，分为网腥黑穗病(*Tilletia Caries*)和光腥黑穗病(*Tilletia Foetita*)。在西北春麦区以网腥黑穗病为主，华北则以光腥黑穗病为多。这两种病害的主要区别在于病原菌的孢子形态不同。两种病原菌的生活史基本上相同。

症状 小麦腥黑穗病的主要病状虽在穗部，但病菌在麦苗出土以前即侵入麦芽的芽鞘。菌絲进入麦苗生长点以后，便隨着寄主的生长而发展。植株在抽穗以前并不表現显著的病状。在网腥黑穗菌的个别生理小种入侵的情况下，受病植株比健康者矮，而且分蘖加多。病株都要在抽穗后才表現黑穗症状。病穗直立，这是由于病穗所产籽粒較輕之故。例如西伯利亚麦种(*T. vulgare* var. *lutescens*)每一健康籽粒重量为34.6毫克，而受腥黑穗病侵害的籽

粒平均仅重11.2毫克。病穗的穎片色澤也較健全者为深。它最初表現藍綠色或灰綠色，后期变成植白色。健全穎片的顏色最初是油綠，后期是黃熟色。有芒品种的病穗麦芒弯曲不齐。麦芒在后期可能脫落。在抗病品种或在特殊环境下，病穗的一部分小穗可能避免受害并且正常孕实。有时病穗上只有一粒或少数的病粒。当田間一般的小麦表現黃熟的顏色时，病株在一定时期內仍然保持深綠色。

病粒粗短，最初是暗綠色，粒內含有灰色乳浆。最后它的外表呈灰黑色或淡灰色，外面包有厚皮一层，內藏黑褐色粉状物。黑粉乃是病原菌的厚垣孢子。病粒又称病瘿。它在田間很少破裂，但用手指挤压即破，散出黑粉。一粒病瘿之內含有此項黑粉状的厚垣孢子約100万至400万顆。病瘿內有油脂状物質将孢子团結在一起。干燥以后孢子和油質結成硬块状。孢子含有三甲胺，有魚腥气的臭味。新鮮的孢子更臭。当进行脫粒时，病瘿被碾碎，便有黑粉散出。它沾染在健全种子外表，乃是下一季发生侵染的主要病菌来源(图1，A，1—2)。

病原菌及其生物学特性 病原菌隶担子菌綱，黑穗菌目，腥黑穗菌科，腥黑穗菌属，計有两种。它們的主要区别在于孢子形态不同。

网腥黑穗病菌(*Tilletia caries*)的厚垣孢子是棕黑色或淡褐色的拟球状。表面有网状突起，直徑約15—23微米。不孕細胞无色，直徑約12—18微米。

光腥黑穗病菌(*Tilletia foetida*)的厚垣孢子表面光滑，顏色較淡，球状或卵状。直徑17—18微米(或17—20×18—22微米)。不孕細胞无色，膜薄而較小，光滑。直徑約14微米(图1，3)。

两种病菌的生活史相同，厚垣孢子萌发后，产生粗短的先菌

絲。它并无侵入作用，在它的頂端生出若干小凸起，于突起上产生担孢子 8—16 个，有时多至 24 个。担孢子細長，两端略尖，中部寬 4 微米，長 70—80 微米(图 1,4)，具有单核。由性別不同的担孢子配合成对，用桥絲連接，成“H”状，然后萌发为較細的双核“侵染絲”。有时从侵染絲上再产生二生担孢子。二生担孢子萌发后，其芽管也須成对結合再生出侵染絲。

由担孢子或由二生担孢子結合而生出的侵染絲經由芽鞘侵入麦苗生長点。由于小麦的迅速上長而被带到穗部。当小麦抽穗时，它便到达子房。菌絲在子房內扩展，破坏子房組織，并且形成菌絲团。这些菌絲細胞都具有双核。当它們到达成熟期时，双核結合，胞膜加厚，形成厚垣孢子。大量的厚垣孢子塡滿了麦粒，形成病癭。癭外的包皮是麦粒的外被膜(图 1,1—2)。

病原的来源主要有三方面：(1)种子上附着的厚垣孢子。在脫粒时病穗上的病癭被打碎。癭內黑粉散出后便附着在麦粒上。(2)粪肥里混杂着厚垣孢子。当脫粒时，一部分黑粉状的孢子即沾在麦草上。如用这种汚染的麦草飼养牲畜，孢子便能够通过牲畜腸胃而不死，并且混入粪肥。有些地方习慣用收場积肥或洗麦汚水或垫厩麦草加入堆肥之內，这样，孢子也可能混入粪肥。因此，施用未經充分发酵的厩肥时，其中孢子在接触麦粒的情况下，可能萌发而侵入麦苗。(3)麦地土壤里有着殘留的病癭和由风吹落土中的孢子。在一般地区內，进入土壤里的孢子在收麦以后的几个月內可以全部萌发。如当时田間并未播种小麦，孢子萌发时得不到入侵的对象，便会失去作用。至于在麦收后寒冷而干燥的地区，如春麦区，孢子暫时不会萌发，也就不会死去。来春播种小麦时，它仍有萌发和侵染的能力。在一般情况下，种子上附着的孢子是主要的侵染来源。

影响侵染的因素　种子上的孢子負荷量与感染率有关。据苏联試驗記录，在中度抗病的春小麦品种和在适宜于感染的条件下，每粒种子上所沾孢子不足 300 枚时，感染率将不超过 1%。这和品种抵抗力及土壤温度也有关系。例如在上述条件下抗病品种的負荷量須 1000 枚孢子以下，感病品种則为 70 枚孢子以下，均可获致同上的感染率。在抗病力相同的情况下，如土壤温度不同，則感染所需的孢子負荷量亦不相同。例如在中等抗病的品种上，在土温为 6—10°C 时所需孢子負荷量为 300，在 11—15°C 时所需为 800，在 15°C 以上时則需 10,000—13,000 枚才能获得 1% 以下的感染率。

腥黑穗病菌是幼苗侵染型的病害。在播种以后以迄麦苗出土以前的时期內的土壤环境条件对于入侵具有决定性的影响。在各項土壤因素中，土壤温度的影响对于感染率尤为重要。腥黑穗病菌的厚垣孢子萌发时需要較低的溫度。“侵入絲”的生长和入侵以在 10°C 为最盛（最高 20°C，最低 5°C）。侵入以后病菌发育最适宜的溫度为 16—18°C（最低 5°C，最高 25°C）。另一方面，冬麦的幼苗发育最适溫度为 12—16°C，春麦为 16—20°C。在溫度較低时，小麦的发芽和出土很慢（在 1—2.5°C 时虽亦可发芽，但萌发得很慢，在 8—10°C 时还是較慢的）。因此，在冬麦迟播或春麦早播的情况下，土温較低，麦苗的出土慢，而病菌的孢子萌发很快，便增加侵入的机会。反之，如冬麦早播或春麦迟播，土温略高，麦苗出土較快，侵入的机会便較少，发病率也就减少。例如青海西宁及湟中春麦在春分播种者发芽率平均为 21.9%，在清明播种者为 12.6%，在谷雨播种者为 5.5%。

寄主抗病性及病原菌的生理分化　厚垣孢子的萌发需要水分，同时也需要氧气。土壤太干則水分不足，限制了萌发；太湿則

氧气不足，也不利于萌发。一般的說，湿潤适度的土壤(含水量40%)較利于孢子的萌发。地势的高低，播种前后的雨量、灌漑，以及土壤性質等都和土壤湿度有关。小麦播种时的土壤温度为9—12°C，而湿度为20—22%时，小麦腥黑穗病的侵染率为最高。

环境条件不仅影响病原菌，也影响于寄主。在各种条件中，营养是最有决定意义的条件之一。植物的新陈代謝产物是寄生菌所需营养物質的来源，改变了环境条件就能影响植物新陈代謝的特性。因此，人們便也能够控制这种特性，使植物抵抗病害。例如苏联用来源相同的小麦品种分发到苏联各地栽培，其結果証明，当品种向北和向东推移时，无論染病品种或抗病品种，其抗腥黑穗病性都发生了变化。在温度低和湿度高的地区如苏联远东和黑海边区，能使小麦的化学作用趋向于增高腥黑穗感染性方面变化。而在夏季温度高和湿度低的地带則能使小麦加强对該病的抵抗性。苏联学者又进一步将上述的在远东低温地区內所得的种子，也就是受了环境影响而减低了抗病性的种子，进行人工加热处理，結果小麦的化学作用又向提高抗病性方向变化。抗病性的加强或丧失取决于品种与寄生物的变异性。植物的遺傳性是基于它所固有的新陈代謝的特性。寄生物对寄主植物的适应是依靠它对寄主新陈代謝的适应而达到的。因此，在防治腥黑穗病的同时，还可以利用环境和适当教养而引起的变异。

至于病原物的变异，也是在防病的斗爭中不可忽視的一个重要方面。小麦腥黑穗病菌既然依靠一定的寄主以获得营养，在系統发育上就賦予适应該品种的特性。由于植物品种的改变，病原菌乃产生相适应的生理小种。因此，病原菌的“种”在实質上乃系若干生理小种的綜合。各个生理小种有其对于一定地区及一定品种的适应范圍。例如，苏联研究已証明在阿尔明利亚有两个属于

网腥黑穗病菌(*Tilletia caries*)的生理小种。*T. caries f. vulgaris* 能侵害軟粒小麦和其他一些小麦如硬粒小麦(*Triticum durum*)、二粒小麦(*Tr. dicoccum*)等；另一生理小种 *T. caries f. dicocci* 則很少侵害軟粒小麦。試驗进一步証明，不利于寄主的栽培条件有促使病原菌入侵抗病品种的可能。病菌获有适应这一品的能力之后，如再度遇到这一品种，其致病性将更加强。在以后的年份中，卽使在有利于寄主的条件下，它也能侵染这一品种。

防治的途徑　此病的防治，一般仍以种子处理为主要环节。目前广泛使用的方法为賽力散拌种。剂量为种子重量的0.2%。并有建議用紅砒者(0.01—0.05%)。

在土壤中无越夏或越冬孢子的情况下，用清水洗种法也可以收到减輕发病的效果。因为孢子負荷量在洗种过程中已大为降低。孢子負荷量达到一定低的限度，感染率大为减少。所以在药剂来源有困难时，淸水洗种仍具有試用的价值。

有些地区制造粪肥时系利用麦場殘余物，粪肥带菌量很高。且在播种时粪肥与种子接触，以致施肥也能傳播这一病害。山东省用粪种隔离施用法，經过不断改进，获有防病成效。在粪肥傳病的地区这是一个防治的途徑。堆制粪肥的方法也很有关系，在发酵不良的粪肥里，孢子存活率較高。为了促进发酵，可以在堆制时加用石灰氮，按粪肥重量1—2%加用。在有腥黑穗病的地区，应避免用含有孢子的殘余物制作麦田粪肥。

在干燥寒冷地区，孢子有在土壤內越冬的可能，发病严重的麦田可考慮輪作，須間隔1—2年以后再种植小麦。

在土壤温度較低时播种小麦有利于幼苗侵染。在栽培条件許可的情况下可以調整播种期以避免低温。在冬麦区不宜迟播，在春麦区不宜早播。播种时复土过深，則麦苗出土延緩，有利于入

侵。

抗病品种的选育和推广栽培，为防治的基本环节。現有的改良品种如早洋麦，碧玉麦、甘肃96号、西北60号、487春麦以及山东的三八麦均能抵抗腥黑穗病。

国营农場和有条件的人民公社宜布置留种地(种子圃)，以保証选留无病种子。在布置新的留种地以前必須先从大田挑选足够数量的无病麦穗作为原始材料，供第一年繁殖用。并在培育期間注意拔除病株。再从留种地里挑选足够数量的无病优良穗子作为第二年留种地的种子。其余作为第二年大田播种材料。收获时将它們另行脫粒，隔离收藏。以后逐年如此，以保証种子的純洁无病，并提高其質量。

2. 小麦杆黑粉病

这是一个世界性的病害，但仅在局部地带发生較多。我国小麦杆黑粉病主要发生在冬麦区。冬麦区北部又較南部为多。山西、河南、山东、河北、陕西、甘肃等省局部地区較为严重。各地有"黑枪"、"麦疸"、"僵干"等土名，很能象征它的症状。有些地方叫它"烏麦"、"黑疸"。显然将它和另一些黑粉病混同称呼。

此病为幼苗侵染型。一般在小麦拔节期起迄抽穗期止陆續表現症状。病菌在幼苗出土以前入侵小麦芽鞘。菌絲进入生长点后，隨同叶原基組織的发育而进入叶和上部的莖組織。菌絲在叶和莖的柔膜組織內扩展，所以形成与叶脉平行的条状病斑。莖和叶鞘及叶片上的病斑隨着寄主的生长而加长。最初它是淡灰色，外表被寄主的表皮組織复盖着。当厚垣孢子成熟时，病斑逐漸隆起，呈深灰色。病斑表皮破裂以后，露出黑粉状的孢子团。病叶鬈曲，植株矮小(图1, B)。发病严重的植株常常在抽穗以前即漸枯死。有些病株虽能抽穗，但常拳曲在頂部叶鞘內。有时抽出畸形

穗，不能結种子。病势較輕时，只在叶片上产生少数病斑，仍旧能够抽穗結籽。以上各种程度的病状往往在同一田內出現。在感染品种中重病植株往往較多。

小麦杆黑粉病菌(*Urocystis tritici*)属于腥黑粉菌科(*Tilletiaceae*)。孢子堆生在小麦莖秆或叶片上的条状病斑里。每一个黑粉顆粒是一个孢子团。孢子团由 1—4 个厚垣孢子組成核心，外圍由若干不稔細胞所組成。孢子团球状至長球状。直徑約 18—35×35—40 微米。厚垣孢子橢圓形至球形，光滑，深赤褐色，直徑約 14—20 微米。孢子团外圍的不稔細胞較厚垣孢子为小，无色至淡褐色。

孢子团萌发时，由厚垣孢子生出圓柱状的担子(又称先菌絲)，經由不稔細胞間伸出孢子团外。担子无色透明，長度約 30—110 微米。在接近担子頂端处輪生出担孢子 3—4 个。担孢子長棒状，頂端尖削，微曲，長 25—27 微米(图 1, 5—6)。在不同溫度下，有各种畸形萌发現象，例如畸形有分隔的担子；或由正常的担子上直接产生侵染絲；或产生担孢子后再产生侵染絲等。

小麦杆黑粉病菌有生理专化現象。我国学者曾用五个小麦品种进行鉴别。区别出生理小种 12 个。

重病的植株早死或生得較矮，在收获时不易割尽。因此，大量的孢子随着病秆留在田間，成为次季的侵染病源。此外，一部分病組織連同收获物被送往麦場。在脫粒时孢子散出，因而沾染其他麦粒。根据接种試驗，土壤及种子沾染均能导致侵染。在无病地区引种新品种时，种子带菌是病菌的来源。

厚垣孢子在試驗室条件下能存活 5—9 年。在田間情况下，厚垣孢子存活期的長短依环境条件而不同。在干燥土壤中孢子存活較久。土壤用病杆接种后，分年播种。感染率虽逐年递減，但至第

四年仍有感染。田間連年种植染病品种后，土中孢子年有加入。在这一情况下，来自土壤的侵染是很重要的。

杆黑粉病菌的厚垣孢子虽能在土壤中長期存活，但必須在小麦萌芽以迄麦苗出土以前的短暂时間內完成孢子自身的萌发程序，迅速入侵，始能发生作用。据接种試驗，小麦芽鞘长度超过 4 毫米时卽难于入侵。在陝西試驗結果，西农 6028 号小麦在萌芽三天后，长度在 3 毫米以下的約占 51%。杆黑粉病菌的厚垣孢子成熟程度不一致，一部分孢子須經受一定时間的高温和光照处理(32—34°C，灯光下 36 小时)始能完成其后熟作用。孢子萌发时幷需要下列条件：(1)有一定时間的液体的预浸，使吸收水分。試驗中以土壤浸液预浸三天为最好。(2)要有催化物質的刺激。試驗中以小麦芽的組織为最好。經过预浸的孢子在加入麦芽組織后 12小时卽能萌发 67%。大麦、小米、玉米、豌豆等幼芽組織都有不同程度的刺激作用，棉花、油菜則无。(3)孢子萌发的适温为 19—21°C。在 4—7°C 至 21—22°C 的变温中虽亦能萌发，但不产生担孢子而直接由担子上生出畸形分枝。(4)在萌发过程中黑暗較有光綫为佳。将以上因素联系起来看，后熟作用使孢子避免在不适当的时期萌发。而其他的严格条件，则又保証孢子在适当时机內集中萌发。在条件具备时它便迅速地萌发。这样就可保証其在短暂时机內向麦芽入侵。

小麦播种后以迄麦苗出土以前的阶段內，土壤的温度和湿度对于孢子萌发和入侵有密切的关系。土温为 19—21°C 固有利于孢子的萌发，但土壤湿度也有很大的影响。但在土壤湿度較低时，入侵頗受限制。从栽培技术上調整土壤环境，創造有利于小麦生长而不利于孢子萌发的条件，乃是防治途徑之一。

小麦品种間的抗病性差异显著，据华北区进行試驗的結果，

1,181 个品种中，經过接种而不发病者 837 个品种；发病率在 0—5% 者 185 品种；5—10% 者 79 品种；10—30%以上 23 品种。华东用 3,930 个品种进行試驗，其中 1,580 个品种具有高度的抵抗性。山东省的齐大 195 和蚰子麦等品种抗病力均强，已在发病地区进行推广。此外，北方冬麦区的著名改良品种中，抗杆黑粉病者还有早洋麦、燕麦 35368、燕大 1817 及在新疆种植的烏克兰 0246 号。南方冬麦区的中农 28 号、碧玉麦及浙农 9 号也能抗杆黑粉病。选育抗病品种，是防治这一病害的基本方向。但是由于不同地区的杆黑粉病菌有不同的生理专化类型，选种工作应分区进行。例如齐大 195 号小麦对于各地的菌种均显示免疫，但对于許昌的菌种則有 2% 的感染率。此外，品种对于其他病虫害及气候条件的抵抗情况也須注意。例如矮立多、石观 233、金大 506、(Hope × Turkey) × Turkey、石观 23 号等品种在河北試驗均能抗杆黑粉兼抗条銹病，但抗寒力較差。齐大 195 号小麦虽能抵抗杆黑粉病，但在武功試驗中則感染条銹病。武功的西农 6028 号品种能抗条銹病及吸浆虫，但易于感染杆黑粉病。

种子沾染是新麦地里的杆黑粉病傳播来源。无論在防虫或其他原因下調撥种子向无病地区推广，抑或在輪作期滿后种植小麦，均須确保无病种子的供应。在农业集体化的过程中，由于輪作制度广泛地应用着，种子带菌問題已具有新的意义。須在病区建立种子繁育系統并貫徹种子保健原則。有条件的农业社应設立无病留种地，繁殖无病种子以供大田种植之用。

种子消毒乃是防止种子傳病的必要的保証。目前推广的拌种葯剂为賽力散(按种子重量的 0.2%)。在賽力散供应不足的情况下可用硫黄粉(1%)代替。至于在发病較重的麦田內，土壤內已有大量孢子存在着。在此种情况下，葯剂拌种仅能收到部分效果。

据华北进行病区葯效試驗的結果，賽力散拌种在病区的防病效率平均为50%强。

在重病麦田应考慮輪作1—2年或换用抗病品种。割麦时須注意減少殘留的病株，并于收集后焚毁或深埋。促使小麦迅速出土有避免侵染的作用。在耕作技术上注意調整播种期和合理地施用肥料等亦具有防病的意义。

3. 小麦散黑穗病

小麦散黑穗病与腥黑穗病虽均为害穗部，但散黑穗病的破坏性比較明显。腥黑穗病虽使籽粒內部产生黑粉，但仍保持一定的穗形。散黑穗病則破坏全部花器，将小穗轉变为孢子堆。当黑粉状的厚垣孢子被风雨播散以后，留下来的只有穗軸(图1,C)。所以散黑穗又称为裸黑穗。各地有“枪杆”、“火焰包”、“烏麦”等土名。

此病的分布很广。世界上有小麦的地区均有此病。但其为害的程度依气候而不同。由于它是花器侵染型的黑穗病，所以小麦开花期間的气温和雨量常給此病的侵染以决定性的影响。凡在小麦抽穗后溫暖多雾的地区，小麦黑穗病往往比較严重。此病在长江流域較华北为重。在东北地区比西北和內蒙为重。但由于品种的改换和各年气候的变动，散黑穗病的发病严重程度又常有变化。此病旣系以菌絲潜伏在种子內部越夏或越冬，故須待受病种子萌发后直到抽穗时始能表現症状。各年病穗的多寡又依上年的入侵多寡而定。

带病的种子虽有菌絲潜伏在胚部，但外表并无病状。在种子萌发时，胚部的潜伏菌絲也就萌动，随着小麦的生长点向上发展。在麦苗发育到2—3节时，菌絲体进入穗原基。在孕穗期間，菌絲在小穗內迅速扩展，破坏花器，形成厚垣孢子。病穗在实質上已成

为孢子堆。外面有灰白色薄膜复盖着。在病穗露出苞叶之前，薄膜已經破裂。这一系列的病变都在苞叶之內进行着，不易覺察。有时隔着苞叶透露隐約的灰色。病穗尖端略微露出苞叶时，卽有黑粉散出。

在病穗抽出后，如有风雨，黑粉大部吹散。留下裸露的穗軸。在穗軸的节部可能見到殘余的黑粉。通常病穗上的小穗全部毁灭无存(图1,C)。有时只是一部分小穗被毁，但不多見。受病植株的分蘖往往全部产生黑穗。有时莖叶等部也呈現黑色条状孢子堆。

病株抽穗期常略早于健株。在晴朗有风的气候条件下，一般植株揚花时，田間已有大量孢子随风傳播。所以在小麦开花的短暂时間內，孢子得以沾染花器，并且萌发入侵。

病原菌及其生物学特性 小麦散黑穗菌(*Ustilago tritici*)的厚垣孢子球形或近球形，直徑約5—9微米，茶褐色，半边略淡。它的表面有微細的刺状突起。萌发时产生担子，但不产生担孢子而是由担子上的四个細胞分别生出絲状分枝。异性的分枝互相交配后产生双核菌絲(图1,7—8)。

新鮮的厚垣孢子在儲藏24小时后就能够萌发。萌发的最适温度約20—25°C(最低5°C,最高35°C)。温度适合时，在清水中24小时卽可萌发。孢子的迅速萌发乃是向柱头入侵的有利条件。

病原菌以雌蕊柱头为其侵入点。柱头是否湿潤关系着孢子萌发的难易。柱头的老嫩則又关系着入侵的难易。在柱头剛剛裂开幷有潤湿的分泌物的时候，落在柱头上的孢子能在24小时內萌发，幷完成其产生侵染絲的过程，准备向柱头入侵。在柱头組織略微萎縮的阶段，菌絲較易穿入。入侵以后，菌絲經由花柱內部的管道进入子房。从入侵以迄进入子房約需2—7天。菌絲必須在珠

被硬化以前进入胚珠。这一阶段的发展必須在开花后的7—10天天內完成。小麦散黑穗菌的入侵时期是很短暫的。

入侵的菌絲并不妨害子房和胚珠的发育。当种子形成时，菌絲已进入胚部和子叶盘。在种子成熟时，菌絲的胞膜略微加厚而进入休眠阶段。綜合以上过程，从菌入侵柱头以迄到达胚部止，寄主并未受到損害。寄生物利用寄主的生殖器官作为傳递菌种的寄托之所。寄主将寄生物傳递到自己的下一代而本身并未受害。这种关系实質上是通过生殖器官以傳递病原。从病原物的繁衍方面說，这是一种巧妙的傳递。但从病害防治方面說，这是可供打击的一个弱点。在这个阶段可以利用热力予病原以歼灭性打击。小麦和散黑穗病菌的致死溫度是有差别的。在这种溫差的范圍之內作有选擇的热力处理以杀死病原而保存麦种，是完全可以采用的。小麦散黑穗菌旣系潜伏在种子內部，这是一般药力所不能达到的地方。所以药剂拌种对于这一病害并无防治作用。

厚垣孢子在田間只能生存数星期。越冬的厚垣孢子完全不能发生侵染作用。潜伏在种子內的菌絲乃是傳递到下一代的唯一菌源。因此，在防治方面可以集中注意力于种子傳病問題。此外，厚垣孢子虽然是經由空气傳播，但田間傳播的有效距离仅約100—300公尺。这是防治方面可資利用的另一弱点。在設立无病种子圃时，須注意种子圃必須和周圍的小麦田保持一定的安全距离，借以防止来自邻田的傳播和入侵。

环境条件与发病之关系 在小麦抽穗和开花期間，田間的气候条件对小麦散黑穗病具有重大影响。微风有利于孢子的傳播，雨水則不利于孢子的散布。同时空气过于干燥又不利于孢子萌发。試驗証明，在較高的相对湿度下(56—85%)，接种后的发病率較高(91%)；在干燥的情况下(相对湿度11—30%)，发病率較低

(22%)。小麦散黑穗病菌的孢子萌发最适温度約在20—25°C，最低5°C，最高35°C；菌絲生长所需温度也与此相近(最低6°C，最适24—30°C，最高30—34°C)。在小麦抽穗期的温暖情况下，田間的气温是能以满足病菌发育的需要的。故湿度的高低較为重要。一般在温暖多雾的季节，入侵較多。这种气候因素不但影响了本病的地理分布；并且也为次年散黑穗病的发病多寡打下了基础。同时也說明为什么本病在各年輕重不一。

人工接种的技术及品种的抗病性和病菌生理分化 由于侵染途徑的不同，小麦散黑穗病的人工接种技术亦不同于其他类型的黑穗病。应将孢子接种于花器內。接种以后并須保持較高的湿度。在盛花期以迄子房受精并开始发育的阶段进行接种較为合适。过去所用方法不外将孢子粉或孢子悬浮液噴在穗上，或直接放置于柱头上，或用半眞空法于密閉的玻管装置內迫使孢子悬浮液进入花器。用不同的方法所得到的感染率并不一致。用干孢子粉涂抹柱头，接种的效果最高。用注射針注射孢子悬浮液的工作效率較快。

受病的种子旣須在种植及出穗时才能表現症状，故关于接种材料感染率的檢查，一般須在播种后根据病穗率予以推断。此外，也可以用染色法檢查麦胚內的散黑穗菌菌絲或幼芽及幼苗，提前进行檢查。惟用胚部檢查的結果，其感染率常較病穗率为高；用幼苗檢查的結果比較与病穗率相接近。

小麦品种对于散黑穗病的感染率虽有差异，但获得抗病品种的可能性不如杆黑粉病大。例如在福建用人工接种法測驗不同品系的抗病力，八年試驗的結果，在11,200多个品系中，只有76个品系具有較强的抗病性。納烏莫夫氏指出，春小麦品种对于散黑穗病一般不很抗病。苏联抗散黑穗病的冬麦品种有草原林75、紅

色礼品、伊凡諾夫斯卡婭、別謝洛波多良斯卡婭、呂切中斯 9 和敖德薩 3 等，其中最后一个品种感染叶銹病，为其缺点。苏联春麦中較能抗病者有喀尔涅特和諾維因卡等。我国現有的推广品种中，較能抗病者有中农 28、碧螞 1 号、西农 6028、早洋麦、西北 60 号、碧玉麦、矮立多等；輕微感染者有浙农 9 号、碧螞四号、驪英 3 号等；中度感染者有甘肃 96 号；不抗散黑穗病者有南大 2419、烏克兰 0246、合作 1 号至 3 号等。

小麦散黑穗菌的生理分化現象在苏联、美国和其他国家均有报告。我国在 1946 年亦有关于此項研究的報告。来自不同地区的菌种对于不同小麦的致病力强弱有显著的区别。圓錐小麦(*Triticum turgidum*)上的菌种对于該种小麦具有强烈之致病力，但对于密穗小麦(*Tr. compactum*)及普通小麦(*Tr. vulgare*)不侵染。普通小麦上的菌种不能侵染圓錐小麦，对于密穗小麦的致病力甚弱，但对于所用的各个普通小麦品系則具有强弱不同的致病力。来自普通小麦江东門品种上的菌种侵染协大 2003 号小麦(病株率 10.5%)，但不侵染协大 2001 号小麦。来自銅梁的菌种則与此相反，侵染协大 2001(病株率 49.0%)而不侵染协大 2003。

各地区既存在着不同的病原菌生理类型，現有的小麦推广品种之感染程度亦将因之而不同。这是引用外来品种时必須注意的。各地区在选育小麦新品种的过程中，除宜測定試驗材料的抗病性外，在选种程序中亦应将小麦散黑穗病的感染情况作为田間記載的項目之一，以供品种决选时的参考。

防治途徑 小麦散黑穗病的防治，除应注意抗病品种的选用外，在发病較重的地区应考虑种子处理問題。詹生氏(*Jensen* 1887—1889)提出大麦散黑穗病的温水处理方法以来，迭經各国学者的研究和改进。不久，同一原理也应用于小麦散黑穗病的防治

(*Swingle*, 1894; *Jensen*. 1895)。温湯浸种的方法不止一种，各种方法的区别主要在于温度和浸种时間两方面的变动。常用的有冷漬温浸法和恒温浸种法。

冷漬温浸法系先將种子在冷水內浸漬4—6小时，再在49°C的温水內預浸一分鈡，然后浸在54°C的温水內10分鈡。燙完卽准时取出，急投入冷水內，使温度下降。最后取出，晾干备用。用冷水浸漬的目的在于使种子吸收水分，誘使潛伏菌絲萌动及使在預浸时容易傳热。在49°C內預浸的目的在于使种子吸热，使接近于目的温度，以免放入54°C时影响水温。

恒温浸种系用45°C的温水浸种3小时。此法所用温度較低而时間較长，較前法为安全。但需长时間地維持温度和事后晾干种子，在农村中实行时仍感困难。在气候潮湿的地区，进行大量种子的燙种工作，一时难以晾干，有霉烂的危险。据苏联經驗，温湯浸种法宜結合种子繁育制度，为供应无病种子服务。在选种站、原种場及部分地区的繁育場中系用温湯浸种法消毒繁育材料。种子系在隔离的場地上繁殖，以保証原始种子不受散黑穗病的感染，用以供給区內的場站。层层保証，最后达到供应集体农庄以无病种子的目的。

温湯浸种法在大量处理时不易掌握。但在国营农場及人民公社，用以处理少量种子专供无病种子圃繁殖之需是可以办到的。但須注意：(1)不同品种的耐温力不同，須根据当地的条件，預先进行試浸并测驗其发芽率，决定适合的温度和浸种时間。(2)无病种子圃距离一般麦田至少300米，愈远則孢子傳播的可能性愈小。

此外，尙有冷漬日晒法，在浙江試驗良好。在浙江情况下，于七月下旬至八月下旬利用日光进行消毒。先將麦种用冷水預漬5小时，然后摊开在烈日下晒一天(上午11时起至下午5时止)。烈

日下温度可达50°C以上。在52—54°C間逐漸干燥，对于麦种发芽率影响不大。但在55°C—56°C时，則有降低小麦发芽率的可能。各地緯度不同，日光曝晒的效率未必一致。在种子繁育的程序中不能依靠此法作为消毒的保証。

由于散黑穗病系花器侵染的病害，在田間发現有黑穗时，已不能保証无孢子的散播。故拔除黑穗的措施不仅无防止侵染的把握，抑且在拔穗的活动中有扰动孢子，增加傳播的可能。

二. 大麦和元麦的黑穗病

1. 大麦和元麦坚黑穗病

这是我国大麦上分布最广的重要病害之一。春大麦、冬大麦及元麦(青稞)均能受害。本病的特点在于孢子坚結成块，黑粉不易散落。病穗的小穗虽变成孢子堆，但穗形仍保持带有病态的一定輪廓，不似散黑穗之毁損失形。所以叫作坚黑穗病。各地有"灰穗""灰包"、"烏麦"等土名。

病株虽然在幼苗期就受了感染，但在抽穗以前幷无显著的症状。病株較矮，与一般植株同时出穗或略微迟緩。病穗常常被卷于叶鞘內，难于露出。其抽出者，穗形瘦弱。种粒初呈青灰色，后轉变为灰白色，內部全为黑粉状厚垣孢子所占据。黑粉膠結成块，无气味。外面由殘留的膜状組織所包被，故孢子的黑色得以影約透現。在有芒品种，麦芒殘存，呈黄色細弱扭曲状。病芒上可能有黑色条紋，有时麦芒的局部被毁(图2, A)。

大麦坚黑穗病菌(*Ustilago hordei*)的厚垣孢子为球形至椭圓形，表面光滑，綠褐色至深褐色，半边的顏色較淡，直徑約4—9微米。萌发时，先产生長圓柱形担子，担子有四个細胞。在每一細胞接近隔膜处生出担孢子一枚。由不同性别的担孢子互相結合，或由萌出的次生孢子萌发成菌絲后相結合，形成双核菌絲，准备入



图 2. 大麦的两种黑穗病:

A. 大麦坚黑穗病; *1*. 厚垣孢子。*B*. 大麦散黑穗病; *2*. 厚垣孢子。

(*1*—*2*. 仿閻玫玉; 余为作者原图)。

侵。

大麦坚黑穗病是幼苗入侵型的病害。病穗上的厚垣孢子由一种脂肪質粘結成块。孢子不似散黑穗病菌之容易被风吹散，而是在收获及脱粒时被打碎。最后，孢子粘染在健粒表面。这种傳递病原的方式在元麦(青稞)上乃是下一季的主要侵染来源。但在有穎壳的大麦品种，其情形则略有不同，乃是以菌絲在穎壳与种子之間潜伏着越夏或越冬。試驗証明，将孢子接种在穎壳表面，感染率很低(4%)，去除穎壳进行接种則感染率較高(85%)。穎壳表面的孢子并非大麦的主要侵染来源。在自然情况下由于田間病穗与健穗相碰撞和摩擦，一部分孢子沾染在其他麦穗上。当大麦未成熟时，穎片和种子并非紧密貼合。孢子落在麦穗上，能以萌发并产生菌絲或次生小孢子。进入种皮与穎片之間的菌絲及次生小孢子乃是主要的侵染来源。在对大麦进行人工接种时，須用半眞空法(将孢子悬浮液引入大麦穎片間)接种才能获致良好的結果。当种子播种后，在元麦(青稞)由沾染于种子表面的厚垣孢子完成其萌发程序后入侵；在大麦則由穎壳内的菌絲或次生小孢子萌发，結合为双核菌絲后入侵。菌絲經由麦芽的芽鞘侵入，然后进入生长点，随同发育。最后破坏种子或花器，产生厚垣孢子。

厚垣孢子虽能保存萌芽能力达5年之久，但它在土壤中的寿命很短。用由未成熟的病穗上采下的厚垣孢子在水中进行萌发試驗，48小时卽行萌芽。其由成熟的病穗上取下者，24小时卽可萌发。卽便将它置于干燥玻片上，在95—100%的相对湿度下也能萌发(Clayton, 1942)。这种迅速萌发的特性是有利于在大麦的穎片間迅速萌发的。当孢子落在土壤中时如遇有适合的条件也会萌发。萌发而得不到入侵的对象时它便难在土中长久存活。試驗証明，土壤接种的感染率极低(1%)。在自然状况下，除在干燥地区

可能有孢子在土面保持萌发能力外，土壤傳染一般不占重要地位。种子带菌乃是主要的侵染来源。

大麦种子萌发时，一般先产生根鞘和幼根，然后生出芽鞘。大麦坚黑穗病菌仅能在芽鞘未出土以前侵入。在芽鞘出土并露出子叶尖端时，侵入卽行停止。所以病原入侵的时机非常短暫。試驗証明，播种过深則芽鞘在土面以下的过程較长，入侵的机会較多。这一事实說明播种深度与侵染的关系。播种期間的土壤条件亦与病害有关。条件适合于麦苗生长时，有助于脫离危險期。

大麦坚黑穗病也和其他幼苗侵染型的病害相类似，孢子萌发所需溫度常与寄主种子萌发所需者相接近。孢子萌发最适溫度約为20°C，最低5—6°C，最高35°C。当土溫偏低，不利于麦芽生长，而孢子仍可萌发时，入侵的危險期較长。播种期間土溫为10—25°C时，如土壤溼度适中(含水量40—50%)，則染病率較高(66—83%)。尤以土溫为20°C时感染率为較高。溫度变动較大时，病害感染也較高。播种期的早迟与土溫有关，因而发病率亦相应地有多寡之不同。

不同的大麦品种对于同一菌种的感染率很有差异。不同来源的菌种对于同一品种的致病力亦有不同。我国对于大麦坚黑穗菌的生理分化試驗証明来自不同区域的病菌有生理分化現象。此外，不同的菌种在人工培养基上，表現的菌落性状和溫度反应也有差异。

种子带菌乃是主要的侵染来源。种子保健是防治这一病害的主要环节。葯剂拌种固易收到种子消毒的效果，但繁殖无病种子为比較經济的措施。

国营农場和人民公社布置无病留种地时，应将原种进行消毒，并注意及时去除病穗，予以焚毁或深埋。收获前在留种地中挑选

足够的优良麦穗，以供下一季留种地之用。其余可供大田种植。对于留种地内所收的材料应在收获、脱粒及储藏过程中避免与一般大麦相混置。并注意农具和包装用品的消毒，以防种子受到沾染。为了保証种子的質量和净洁，应逐年結合穗选进行上列措施。

病菌在大麦和在元麦种子上存在的部位不同。因此，种子消毒时它們对于葯剂的要求也不同。对于大麦种子須用具有揮发性杀菌成分的葯剂，例如賽力散。一般所用剂量为种子重量的 0.2%。至对于元麦种子的消毒，能用以上葯剂固然很好，但在此类葯剂缺乏时，也可以用一般粉剂如炭酸銅（0.3%）、紅砒（0.005%—0.05%）或細硫黃粉（1%）等来拌种。因为元麦所沾染的孢子是在种皮表面而不是在穎壳以內，所以葯剂能和孢子直接相接触。

关于抗坚黑粉病的选种工作，过去一般認为元麦的坚黑穗病較易用拌种法予以防治。所以集中注意力于大麦品种的选育。我国的抗病选种試驗进行得很早，但尙乏适合于栽培的抗病品种。东北（C. I. 981）品系表現高度抗病，曾被用作杂交亲本。在大麦抗病选种中，接种技术乃是关鍵性問題。

2. 大麦散黑穗病（附大麦黑散黑穗病）

大麦散黑穗病在症状、病原形态、侵染循环以及防治原則等方面都和小麦散黑穗病相类似。它的分布也很广，其重要性略次于坚黑穗病。

病株抽穗較一般健株为早。病穗抽出苞叶时，孢子堆外部的薄膜随卽破裂，幷暴露出褐色至深褐色粉状厚垣孢子（图 2, B）。

大麦散黑穗菌（*Ustilago nuda*）的厚垣孢子为球形至近球形，外表有微細的刺状突起，直徑約 5—9 微米，呈橄欖褐色，半边的顏色略淡（图 2, 2）。它和小麦散黑穗菌（*Ustilago tritici*）的厚垣孢子頗为类似。因此，曾有人提出合幷命名的意見。認为这两种散黑

穗菌被分成两个植物种，在形态上是沒有足够的依据的。它們只能被認为是同一个种以內的两个专化品种。但黑穗病菌有很多是随同寄主命名而不是根据形态上的差别来定名的。习惯上所認可的名称既已含有寄主区别在內，故目前仍旧沿用各自的原名。大麦散黑穗菌有时也能侵害小麦，而小麦散黑穗菌則不能侵害大麦。两者的寄主选擇性毕竟广狹不同。

大麦散黑穗菌的侵染过程和小麦散黑穗菌相似。厚垣孢子萌发时生出担子但不产生担孢子。担子具有 1—4 个細胞。每一个細胞生出接合管。不同性别的接合管互相配合而形成双核侵染絲。它侵入寄主的雌蕊柱头以后，經由花柱管道而进入子房，或穿过幼嫩的子房壁而入內，最后进入种子內部，并以潜伏菌絲状态在种子內休眠。潜伏菌絲大都存在于子叶盘內，也有进入胚內的。可以理解，菌絲存在的部位是有利于下一步的发展的。当种子萌发时。菌絲也就萌动，并且就近追随着大麦的生长点而向上发展。它很早便进入穗原基。当病穗将要抽出苞外时，小穗內部的菌絲早已形成大量的厚垣孢子。准备在抽穗后把它們随风散播。落在麦花里的孢子便又萌发，进行又一代的侵染活动。

在生态方面，它也和小麦散黑穗菌有类似之处。寄主組織接受侵染的时期是很短暂的。在人工保存的条件下(低温 3—5°C，干燥)，厚垣孢子能保持萌芽力較久(5 年)；但在一般田間条件下，它的存活期是很短的。厚垣孢子具有迅速萌发的能力。一般是在吹散以后，达到大麦柱头便能发芽。孢子萌发所需适温和寄主开花的适温頗为接近（最适 23—30°C，最低 5—11°C，最高 35°C)。同时孢子萌发也需要充分的湿度。显微鏡观察証明，在接种以后，保持在 15—30°C 的温度和 85—95% 的湿度下，柱头上的厚垣孢子在 24 小时內即可萌发。在自然情况下，大麦开花期間潮湿多雾

的气候有利于大麦散黑穗病的侵染。

在防治方面，也与小麦散黑穗病相类似。种子的热力消毒乃是有效措施。但大麦种子耐温力較差，所以温度不宜超过 52°C。处理时可在冷水中预漬 4—6 小时，再在 49°C 的温水中预浸 5 分鈡，然后在 52°C 水中浸 10 分鈡，急投入冷水中冷却，最后摊开晾干备用。品种之耐温力不同，应先作小規模試驗，并进行发芽率测定。其余防治环节可参照小麦散黑穗病一节的材料。

大麦黑散黑穗病（*Ustilago nigra*）

在大麦上除前述两种黑穗病外，还有黑散黑穗病。它的症状和散黑穗病相似，而侵染循环和坚黑穗病相同。根据症状很难确切予以鉴别，必須从厚垣孢子的形态和萌发状况予以檢查，始能确定其种类，并据以設計防治措施，它和其他两种黑穗病的区别比較如下頁之表：

三、 燕麦黑穗病

1. 燕麦坚黑穗病

我国燕麦产区均有此病。它的症状、病原形态及侵染循环均与大麦坚黑穗病相类似。

病穗的籽粒为孢子堆所代替。孢子堆由被膜复盖，不似散黑穗之易于吹散。有些品种的穎片并不受病。病粒在初期被穎片所掩蔽，不易識别。但在后期，穎片退色，內藏的黑色孢子堆透现灰色。有些品种的穎片和种子都变成孢子堆，症状比較显著。

燕麦坚黑穗病（*Ustilago kolleri*）的厚垣孢子黑色，表面光滑。萌发后也产生担孢子。这个病菌和大麦坚黑穗菌（*U. hordei*）在形态上并无显著区别。因此，它們曾被認为是同一个种內的不同品种。同时，燕麦坚黑穗菌和燕麦散黑穗菌（*U. avenae*）的形态差异也沒有显著到作为种間区别的程度，有人建議将这两个病菌合并为一

大麦三种黑穗病的比較

大麦坚黑穗病	大麦散黑穗病	大麦黑散黑穗病
1. 黑粉坚結，产生在病粒的內部，外被以薄膜，不易散碎。病粒透現灰白色。	1. 穗形破坏，孢子堆外的薄膜很早就破裂，褐色至深褐色的粉状孢子极易被风吹散，最后只留下穗軸。	1. 病穗的破坏程度介乎前述二者之間，孢子堆松散易碎，有时薄膜易破而孢子易于吹散，好象散黑穗一样；亦有时薄膜略微紧貼，近似坚黑穗的样子。孢子深褐色至黑色。其散落的速度較散黑穗为慢。
2. 病株抽穗較健株为迟或同时。并且較矮。	2. 病株抽穗較健株为早，并且較高。	2. 病株抽穗較散黑穗为迟，与坚黑穗相近，病株較高或較矮于健株。
3. 厚垣孢子綠褐至深褐色，球形至橢圓形，一面色較淡，表面平滑，直徑 4—9 微米。	3. 厚垣孢子球形至近球形，表面有細刺状突起，橄欖褐色，一面較淡。直徑 5—9 微米。	3. 厚垣孢子球形至近球形，表面刺状突起不显著或很明显，深褐至黑色。直徑 6.5×7 微米。
4. 有担孢子。	4. 不生担孢子，由担子細胞生出接合管，配合后形成双核菌絲。	4. 有担孢子。
5. 幼苗感染型。	5. 花器感染型。	5. 幼苗感染型。
6. 种子外表沾染的孢子(元麦)或穎壳与种皮間之厚垣孢子或其萌发后的菌絲或担孢子(大麦)为侵染来源。	6. 种子內部尤其是子叶盘和胚部的潛伏菌絲为侵染来源。	6. 种子外表或穎壳間的厚垣孢子为侵染的来源。
7. 葯剂拌种，有穎大麦用賽力散，元麦用上述葯剂或炭酸銅砒剂等。	7. 用溫湯浸种方能达到种子消毒目的。	7. 葯剂拌种，同大麦坚黑穗病。

个种內的两个品种。而以有无刺状突起作为品种間之鉴别性状。事实上这两种病菌是能以互相交配而产生杂交后代的。

厚垣孢子在被膜的包藏下团結成块，不易散出。直到收藏和脫粒时孢子块才破碎。散出的孢子便沾染其他麦粒。在无穎燕麦，孢子系直接沾附在种皮和胚的表面。在有穎燕麦除一部分沾染在

表面外，并有一部分孢子进入颖壳夹层。

厚垣孢子能以随时萌发。采收的孢子在两个月内发萌率很高。储藏到 2—2 $\frac{1}{2}$ 年仍保持一定的萌芽力。这种頑强的存活能力保証了病菌的傳播和越冬。落在穎片間的厚垣孢子也能萌发而以菌絲潜伏在穎片与种皮之間越冬。

这是一种幼苗侵染型的病害，播种期的土壤环境条件对于病菌的侵染活动是有影响的。入侵的最适土壤温度为 20—25°C，最低 5°C，最高 30°C。对于无穎燕麦品种（*Avena nuda* var. *inermis*）以在土壤温度 25°C 时侵染率为最高；在 15°C 和 20°C 中也有相当高的侵染率。对于有穎燕麦品种（*Avena sativa* var. *victor*）以在 30°C 的温度中侵染率为最高；在温度 10—25°C 的广泛幅度内均有感染。温度較高而湿度較低有利于感染。播种期間土温較低（5°C）时則不利于侵染。因此，春燕麦之播种較早者，由于土温低而感染率减低。

本病的防治措施基本上和有穎大麦坚黑穗病相同。賽力散拌种（剂量为种子重量的 0.3%）对于有穎及无穎品种均有消毒作用。用甲醛处理（浸种用溶液濃度为 1:300，每公吨用量 150 升，浸种时間为 2—4 小时；半干式噴葯悶种所用濃度为 1:80，每公吨用量为 30升，悶 4 小时）亦有效果。其他环节如繁殖无病种子等措施可参考大麦坚黑穗病一节材料。

2. 燕麦散黑穗病

燕麦散黑穗病也是一个广泛分布于世界燕麦产区的病害。除燕麦外，在野燕麦和同类的野草上也有此病。在我国华北、东北以及江苏、浙江、四川等地虽有采集記录，但它的为害不如坚黑穗病之严重。

燕麦散黑穗病的症状和大麦黑散黑穗病（*U. nigra*）的类型相同。病穗的破坏程度不一。所以又称为燕麦黑散黑穗病。病穗上的大多数小穗轉变为孢子堆。有时毁損較重，花器变成黑粉，漸被吹散，只余小穗軸；有时內外穎并未被毁，而包藏着半松散的孢子堆。病穗毁損的情况依燕麦品种和病原菌的生理小种而不同。病株与健株同时抽穗。但病穗抽出以后，小穗上的孢子堆外层薄膜随卽破裂，露出黑粉，病状卽較明显。

燕麦散黑穗菌（*Ustilaga avenae*）的厚垣孢子为球形至卵形，直徑約5—9微米，橄欖褐色。但聚积于孢子堆內呈黑色。厚垣孢子表面有微細的刺状突起。这是它和燕麦坚黑穗菌的主要区别。它的厚垣孢子萌发时也产生担子和担孢子。

这个病害的侵染循环不同于小麦和大麦的散黑穗病（*U. tritici*，*U. nuda*），它不是花器侵染型的病害，不以菌絲潜伏于种子內或胚部越冬。田間虽有一部分孢子落于花上，但厚垣孢子存在于穎片与种皮之間，或萌芽后以菌絲潜存于穎內。試驗証明，接种孢子于去除穎壳的燕麦种子上能获得較多的黑穗率；不去除穎壳而接种孢子者其黑穗率較少；接种在花上者所获黑穗率为最少。其情况与有穎大麦坚黑穗病相类似。

沾染了病原菌的燕麦种子在播种以后，病原菌的孢子也萌动而侵入麦芽，其萌发和入侵过程同大麦坚黑穗病。在燕麦播种期間土壤的溫度湿度对于侵染有很大的影响。一般在土溫較高而湿度較低时有利于侵染。凡不利于麦芽生长的因素往往延迟其出土期，也就增长了病原入侵的时机。反之，促使麦芽迅速出土，可以帮助逃避侵染，減少发病。

燕麦散黑穗病的防治方法同燕麦坚黑穗病。

四、麦类黑穗病綜合防治原則

“麦类黑穗病”乃是一个病害类群的总称。小麦、大麦及燕麦等各有不止一种的黑穗病类病害。在設計防治时，要了解当地的黑穗病种类和为害情况，按照各該病害的特点予以規划。如果当地所发生者不止一种，則应該考慮不同黑穗病的綜合防治，并且按照它們的特点，將防治的要求貫彻在綜合防治措施之內。

1. 黑穗病的調查

病害調查是設計防治的依据，也是檢查防治成績的标尺。黑穗病調查的具体要求如下:(1)取样，每一自然区按不同地形、土質、品种及耕作情况选其具有代表性的麦田为样本田。每一情况选取样本田5—10块。(2)檢查，在样本田內按对角綫取5—10点进行檢查。每点檢查200—300个麦穗。如系杆黑粉病，則檢查麦秆。檢查时要記載总穗(秆)数及各种黑穗病的病穗(秆)数。并采集典型标本，記明其来源，以供鉴定。(3)分析，先鉴定标本以确定病害之种类，然后按田块統計各該害的发病率。(4)訪問，在檢查的同时向老农訪問过去发病情况、病名和对于防治的意見，以供參考。

2. 种子保健

种子带菌是麦类黑穗病的共同特点。在这一阶段进行消毒，給病原菌以歼灭性的打击，足以防止它在下一阶段的发展。同时，种子又是比較集中而易于掌握和管理的，所以积极的措施在于从留种地的管理方面着手，保育健康种子，使其不受沾染。

种子保健包括种子消毒和設置无病留种地。具体內容又依各类病害的具体特点而不同。在人民公社的組織經营条件下，土地經过合理規划及进行輪作，种子保健已具有更大的意义。清洁无病的种子可以作为提高輪作防病效果的保証之一。同时也只有在公社化的条件下，种子保健才能够逐漸成为耕作制度中的一个經

常性技术措施环节。

(一)种子消毒:

(1)幼苗侵染型病害的种子处理:

(甲)对于种子外表沾染类病害,如小麦腥黑穗病,小麦杆黑粉病,元麦(青稞)坚黑穗病等,由于孢子是沾附在种子外表,葯力可以达到。用賽力散、西力生等葯剂拌种(用量为种子重量的0.2%)固属有效,即使在此等葯剂缺乏时亦可用細硫黄(用量为1%)代替。惟硫黄粉对于小麦腥黑穗病效果不大。又小麦杆黑粉病在多年連作的情况下,由于尙有来自土壤的侵染,拌种只能收到部分效果。

(乙)对于穎片与种子之間潜有病菌者,如有穎大麦坚黑穗病、燕麦坚黑穗病和燕麦散黑穗病等,須用具有揮发性有效成分的葯剂如賽力散或西力生等拌种,葯力始能达到穎內。一般粉剂不能奏效。

如在同一地区兼有上述两种病害者,用賽力散或西力生可以兼顧。

(2)花器侵染型病害的种子处理:大麦及元素散黑穗病和小麦散黑穗病系以菌絲潜伏于种子内部,为現有葯剂的葯力所不能达到。須用热力消毒,如温湯浸种等法。具体方法詳見各該病害专节。

(3)幼苗侵染及花器侵染两个类型的綜合性处理:如在同一地区兼有幼苗侵染型及花器侵染型病害須同时兼顧者,热力消毒对于种子内外潜伏的病菌均可奏效。但对于大面积所需的大量种子施行溫湯浸种法,在实践上困难很多。例如溫度掌握得不准确,易于損害种子发芽率。大量湿种不能快速晾干,則有霉烂或发芽的可能,必須加以注意。在这种情况下,如花器侵染型病害不太严重,則可分别輕重緩急,分步进行。第一年先針对幼苗侵染型病害

将大田所用种子进行拌种。同时布置无病留种地。用温湯浸种法消毒足够的少量种子供无病留种地繁殖之用。第二年起卽可由无病留种地供給大田以較好的种子。

(二)无病留种地:

无病留种地为防治麦类黑穗病的重要环节，对于小麦及大麦散黑穗为害的地区尤为重要。它的作用在于集中培育管理，避免种子感染。为了防止来自邻田的孢子傳播，其位置应与周圍普通麦田保持一定的安全距离。对于花器侵染型的黑穗病，要求的安全距离为300公尺。人民公社布置留种地的面积以能生产足够供应次季大田及留种地应用的种子为度。在国营农場則根据任务而定。

第一年供留种地用的原始材料来自种子繁育单位，或由人民公社及国营农場自行从大田选留。选种时可采用片选法或穗选法。但用穗选法有助于优良个体的挑选。这样对于以后留种地的产品質量之提高很有好处。选种工作必須擇无病或輕病麦田进行。

关于品評麦田黑穗病的标准我国尙未公布，以下为苏联标准，可供参考。

分　級	小麦散黑穗病	小麦腥黑穗病	同一田內有散黑穗及腥黑穗	小麦杆黑粉病
无　病	0%	0%	0%	0%
有　病	—	0—2%	0—2%	—
輕　病	0—0.5%	—	—	0—0.5%
中　病	0.5—2.0%	—	—	—
重　病	2.0%以上	—	—	0.5%以上

3. 栽培方法的配合运用

黑穗病类病害的入侵时限既甚短暂，改进栽培方法以創造有利于寄主生长而不利于病原发展的条件，可以减低侵染率。

在幼苗侵染型黑穗病中，小麦腥黑病和小麦杆黑粉病除以种子带菌为最普遍的傳播方式外，粪肥也是重要的傳播途徑。小麦杆黑粉病在連作情况下，土壤中累积的孢子也是重要的侵染来源。根据現有資料，目前对于这两种病害，迫切需要針对具体情况，于种子保健的同时考虑栽培的改进。

(一)粪肥的处理和施肥方法之改进：在北方使用土粪地区粪内可能有存活的孢子。施用时如将粪种混和，侵染源即与种子接触，促成腥黑穗病的侵染。这一現象經在山东研究証实，并改用粪种隔离施用法以减少侵染。尤以"粪在种下"的"上下隔离"法效果为最好。粪肥經过合理堆制，发酵的高温具有杀菌作用，为改进粪肥的方向之一。此外，麦田施用基肥种类和施用的方法对于麦苗的发育很有关系。这一方面的措施以能促进麦苗的出土，迅速脱离入侵危險期为原則。

(二)輪作：在小麦杆黑粉病严重发病的地区，由于土壤带菌，药剂拌种只能收到部分效果。換种抗病品种結合拌药固为防治的方向之一，但在暫无适宜的抗病品种可用时，应考虑重病麦田的輪作。关于小麦杆黑粉病輪作年限的要求目前尙乏試驗資料可資依据，但病原菌在土壤内的存活年限为輪作年限的参考資料之一。此外，各地亦可根据就地調查的資料作为过渡性的輪作規划之参考。其調查方法系选取不同連作年限及不同前作的麦田进行田間发病率檢查。选样及取点方法詳見本节第1段。

(三)其他耕作环节的考虑：

播种期的調节对于幼苗侵染型黑穗病的防治具有实际意义。例如春麦早播或冬麦迟播者，土壤温度較低，往往不利于麦苗之生长而有利于黑穗病菌的入侵。連年采用不适宜的播种期，則不但影响品种的抵抗力，而且加强了病原菌的致病力。

播种深度的調节亦具有意义。播种过深，則延迟了幼苗出土期，也相应地加長了幼苗侵染型黑穗病菌入侵的危險期。

此外，播种前麦田耙磨的是否細致，基肥的配合和施用的位置，土壤保墒之是否充足等，均为影响麦苗生长的耕作因素。措置适宜，不仅有利于麦作，抑且間接地具有防止入侵和增加植株抵抗力的作用。

4. 抗病品种的繁育和配合运用

黑穗病的病原物必然会不断地适应新的条件，以求保存它自己的"种"。尤其当田間改用抗病品种时，病原物所受的威胁为最大。病原物对于品种的适应乃是品种丧失抗病性的原因之一。試驗証明，在不良的栽培条件下，寄主的抵抗力减弱，便給病原物以可乘之机会。在入侵抗病品种而完成自己的发育循环之后，病原物的致病力便进一步提高。因此，在推广优良品种，尤其是抗病品种的繁育和推广过程中，应該将无病留种地的措施作为保持良种抗病力的重要环节。留种地除要求严格的隔离和种子消毒外，并且要求用最优良的耕作和施肥条件予以培育。国营农場和人民公社宜配置专人，給以最关心和細致的照料，以保証优良的抗病和无菌种子的持久供应。

第二节　麦类作物銹病

禾谷类作物銹病中，以麦类銹病最为重要。它的分布广泛。世界上种植麦类的地方都有銹病。它对于作物的損害虽不似黑穗病之明显易見，但所造成的产量損失是很可观的。在銹病大流行的年分里，往往歉收成灾。例如古代罗馬有祭祀銹神洛比哥(Robigus)的节日。把銹病当作"神罰"。也可看出当时人民所感受的痛苦。

在现代植物病理科学中，銹病乃是研究得最多的病害之一。

我国农村中把麦类銹病通称为“黄疸”或“麦疸”。在陕西有“黄疸丢一半”的諺語，足証农民很重視此病。解放以前，銹病常常流行成灾，损失严重。

1. 小麦及其他麦类的杆銹病

杆銹病除发生在小麦上外，也发生于大麦、黑麦和一些禾本科牧草上。由于小麦的种植較广，所以小麦的杆銹病所造成的损失也較重。例如在1916年澳洲和加拿大因此而受的损失各达一亿美元。在美国则为1亿1,500万美元。該年的收获量尙不足以偿付割麦的开支。我国小麦杆銹病主要为害于春麦区。例如东北在1923年发生严重的杆銹病，损失小麦約55,000吨。冬麦区的小麦成熟較早，杆銹病发生較迟，所以它在冬麦区的为害不似在春麦区之严重。至于大麦的杆銹病主要发生于春大麦区。冬大麦上虽亦有此病，但不重要。燕麦的杆銹病在我国燕麦产区发生普遍，黑麦的杆銹病在东北已有发現。

症状 麦类杆銹病的病原菌是轉主寄生的眞菌，它在两种寄主植物上产生不同的孢子阶段。在麦类上和在小檗上表現的症状完全不同。

小麦的三种銹病中以杆銹病的发病为最迟。华北5月下旬开始，6月中盛发；西北麦区在6—7月間发生；东北春麦区于6月中下旬开始，6月下旬至7月上旬盛发。初期症状为褐色泡状斑，出現于莖秆、叶鞘和叶片基部間，尤以莖秆上为多，故名杆銹病。寄主組織內的菌絲形成夏孢子堆。夏孢子堆最初由寄主表皮复盖，故呈泡状。表皮隨即破裂，散出褐色銹粉状夏孢子。夏孢子堆的大小和形状依小麦品种的抵抗性和感病程度而不同。在极感病品种上，夏孢子堆大而且多，孢子堆为长圓形，表皮翻卷。有时孢子堆

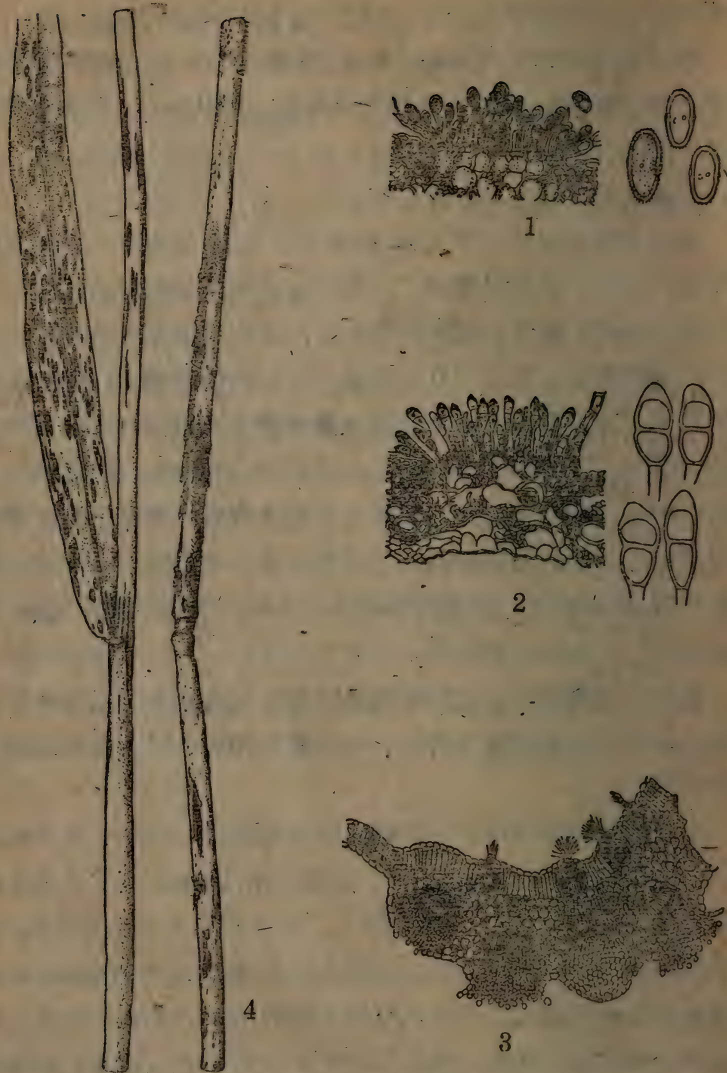


图 3. 小麦杆銹病:

1. 夏孢子堆及夏孢子; *2.* 冬孢子堆及冬孢子; *3.* 性孢子器及銹子器;
4. 症状。(*1, 2.* 仿 Duggar 及村山; *3.* 仿 De Bary; *4.* 作者原图)。

互相拼合而成不規則的长条状，甚至愈合成大片。在极抗病的品种上，由于侵入部分的寄主組織枯死，产生淡黄色的枯死斑。在这两个极端之間，又依抗病力的强弱而有不同程度的表現。枯死斑有时很小，有时很显著；有时在枯斑中产生很小的孢子堆而四周有黄色暈圈；有时暈圈之內的寄主組織長期保持綠色，呈"綠島"現象；有时产生中等大小的孢子堆而外圍无黄暈。这些現象已被用作記載品种抗病反应的分級标志。夏孢子散出后，隨风傳播，能繼續向小麦进行再侵染。

当小麦接近成熟时，黑色的冬孢子堆逐漸出現。冬孢子堆能在夏孢子的原处产生出来，或在其附近突破表皮而出，也可能另外生出冬孢子堆。冬孢子堆的表皮虽亦破裂翻轉于其周緣，但冬孢子則緊密地貼附于孢子堆內。

越冬的冬孢子在春季萌发，产生担孢子。担孢子隨风傳播。

担孢子萌发后，不能侵入小麦而只能侵入轉主寄主。在轉主寄主如小檗上侵入以后，叶部的正面卽表現外圍紅色的黄色圓形病斑。发展至相当阶段时，病斑的中部形成若干黑色粒状物。这是銹孢子器。稍迟，病斑的背面出現若干枯黄色突起，漸突破表皮并发展为銹孢子器。銹孢子隨风傳播，但不能侵入小檗，而只能侵入小麦。据克山农业試驗場1953年試驗，在紗罩內置大叶种小檗，其旁堆放小麦病秆，16天后卽表現感染，数日后产生銹孢子器。26天后移栽小麦于发病的小檗旁，34天后，在小麦上产生夏孢子堆。

病原菌及其轉主寄生之特性　貝尔松（*Persoon*）于1797年将杆銹病菌定名为 *Puccinia graminis*，但幷不了解它和小檗属植物（*Berberis spp.*）的关系。他把小檗上的銹孢子阶段作为完全不同的一种銹菌，幷定名为 *Aecidium berberides*。舒勒（*Schoeler*, 1818）曾用小檗的病叶磨在小麦上，接种成功，但他的論文幷未受

到注意。德巴雷(*DeBary*, 1864—1865)把黑麦杆銹菌接种在小檗上,产生銹孢子阶段;又将銹孢子反接在黑麦上,产生了杆銹病。他証明这两种植物上的銹病菌乃是一种,并奠立了銹菌的轉主寄生理論。

杆銹菌是具有完全发育循环的轉主寄生銹菌。国外报告,普通小檗(*Berberis vulgaris*)和十大功劳(*Mahonia agifolium*)以及一些地方性的小檗种为其轉主寄主。在我国的采集报告中,小檗类植物上发生銹孢子器者不止一种,例如陝西的*B. Gilgiana*,庐山的*B. vergetorum*,东北的大叶种小檗(*B. amurensis*)和东北及热河的小叶种小檗(*B. poiretii*)等。其中大叶种小檗曾由克山农业試驗場于室外試驗条件下,用克华小麦上的杆銹菌接种,并經反接于小麦植株,証明其与小麦杆銹病有关。

爱立克逊(*Eriksson*)于1894年起提出关于麦类及禾本科草类杆銹菌的专化类型之区分。經过以后的学者相継研究,目前已确定杆銹菌这个植物种乃是一些专化类型的綜合。这些专化类型乃是根据它在第一寄主麦类植物上,也就是在病菌的双核世代的专化性而区分的。普通小檗(*B. vulgaris*)对于这些专化类型大都能以感染,惟对于梯牧草杆銹病菌(*P. graminis Phlei—Pratensis*)則不感染。

杆銹菌需要在两种寄主上完成它的发育循环。它的夏孢子阶段和冬孢子阶段产生在麦类上,性孢子阶段和銹孢子阶段則产生在轉主寄主上。

它在麦类上以双核菌絲寄生在細胞間,并以吸胞伸入寄主細胞內。菌絲发展成褥状,而形成夏孢子堆,其上聚生直立的孢子梗。夏孢子单生于梗端,单細胞,黃褐至褐色,卵圓至长圓形,尺度約为21—42×13—24微米(我国已发表者为22—36×14—20微

米及24—40×14—22.5微米)。細胞內有双核，胞膜外有微細的刺状突起，中腰部位有发芽孔四个。孢子堆的表皮突破后卷轉于周緣，孢子易于脫落，并随风散布，成为重复再侵染的来源(图3,1)。

冬孢子双細胞，栗褐至黑褐色，聚生呈黑色，紡錘形，尺度約为35—58×16—23微米(我国已发表者为40—50×18—25微米及35—60×15—22微米)。胞膜厚而光滑。上部細胞之頂部特厚，呈盾形，两胞交界处微凹，每胞有发芽孔一个，一在孢子頂端，一在下部細胞接近隔膜处。細胞內有双核，当孢子成熟时結合为一。冬孢子在孢子堆內越冬(图3,2)。

越冬以后，冬孢子萌发。产生具有四个細胞的担子。于萌发的同时，冬孢子的細胞核行减数分裂，形成四个新孢核。担子的每个細胞各承受新核一枚。每个細胞生出具有单核的担孢子一枚。担孢子具有“+”、“-”性别，各居半数。这是銹病菌的单核世代。

担孢子橙黄色，萌发后侵入轉主寄主，然后用单核菌絲发展为性孢子器。器为胆囊状埋生于病部組織中，以孔口露出作小黑粒状。器壁內有若干小梗，梗端串生性孢子。成熟的孢子随同蜜汁排出器外。器的孔口周緣生有受精絲(图3,3)。

由“+”性的担孢子侵入后发展而成的性孢子器具有“+”性，其来自“-”性担孢子的則为“-”性。不同性别的性孢子器所产生的性孢子其性别亦不同。由于昆虫吸食蜜汁，性孢子被傳遞到不同性别的孢子器而与其上之受精絲相結合。由此而发生的菌絲，即含有双方的胞核。

上述双核菌絲在小檗組織內部发展。产生于叶的背面銹孢子器突破病斑的表面而伸出，作鈡管状。器的四周有白色破裂边緣，內部串生具有双核的銹孢子(图3,3)。銹孢子为多角近球形或略长，橙黄色，尺度約15—19×16—23微米，表面有微細的瘤状突

起，它随风傳布，只能侵入麦类或一些禾本科牧草。

发生与发展 麦类杆銹病的发生发展和孢子来源、外界条件和寄主的感染条件有关。

发病首先要有大量的孢子来源。我国小麦杆銹病的初次侵染来源是値得硏究的。关于由轉主寄主供給銹孢子的問題，除在东北对于大叶种小蘗(*B. amurensis*)已获有接种結果，証明其可能与小麦杆銹病有关外，其他地区的轉主寄主問題尙乏具体材料可資依据。惟小蘗郎便与杆銹有关，也只能供給附近的小麦以銹孢子，仍須在侵入小麦以后，产生夏孢子，以积累菌源和扩大再侵染。所以小檗的作用是間接的。在我国广大的麦田面积中，杆銹病之流行，其关鍵性問題在于有大量夏孢子的及时傳布，并且需要适合于夏孢子萌发及侵入的外界条件，和适合于侵染的感病品种。

杆銹菌虽需要轉主寄主以完成其发育循环，但在某些小麦产区，杆銹菌的逐年延續和傳布并不依靠轉主寄生而是由于夏孢子阶段的重复繁殖。在冬季不太严寒的地区，杆銹菌能在秋季侵入冬麦幼苗，而以菌絲存在寄主組織內越冬，次年再生出夏孢子或直接以夏孢子越冬。南方的夏孢子随季候风而傳布至北方，供給北方以菌源。例如在东北通过地面和高空孢子捕捉的檢查，已获有一定的証据。

小麦杆銹菌夏孢子阶段对于溫度有广闊的适应范圍。以菌絲的发展和夏孢子的形成而論，一般以 20°C 为最适宜，31°C 为最高。在0°C—1°C 的低溫中也还有夏孢子堆形成。以夏孢子对于寒冷的抵抗力而論，新鮮夏孢子在 5°C 的溫度和 50% 的相对濕度条件下能儲藏三个月而仍保持良好的侵染能力，經过 28 天以后仍有萌发的。夏孢子在試驗条件下甚至能度过 −29° 至 −40°C 的低溫达 45 天之久。因此，在南方杆銹菌不难度过冬季。但若早春溫度

变动太大，它在忽冻忽融的情况下易于死亡。在南方夏季的温度过高，也不利于它的越夏。

夏孢子依靠气流和季候风而傳播，由于孢子的体积甚小，所以能作远距离的傳布。斯台克曼等(Stakman et al, 1923)曾在美国南部得克撒斯州于四月間在 1,000—16,500 呎的高空捕捉到夏孢子，又于夏末在北方加拿大的5,000呎高空捕到孢子。他們在后来的工作中(1940)曾确定，夏孢子在美国南部如得克撒斯州等处不能越夏，在北方則不能越冬。北方的小麦杆銹病之菌源大概是由南风吹来的夏孢子，以及小檗上所生的銹孢子。在夏末和秋季，夏孢子由北吹送往南方，侵染早播的冬麦苗，并在南方越冬。試驗曾經确定，当夏孢子被气流卷至高空后，其下降的速度每秒約为 11.57 毫米。孢子由1,500 公尺的高空下降，如风速每小时为 30 哩，則可能被吹送至 1,100 公里之远，方能落在地面上。

杆銹菌夏孢子在 5—25°C 之間当叶面有水膜的条件下萌发率約为 69—89%；在 2—3°C 也还有少数萌发。侵入亦須在叶面有水膜时进行，一般以 18.3—23.9°C 为最适。小麦生长的最适溫度約在 15—20°C。夏孢子阶段侵入的溫度与此相接近。

夏孢子萌发时生出芽管，在接触到叶片时芽管頂端形成压力胞，紧压在叶面組織上。然后由压力胞生出侵染絲，侵入气孔，在气孔下室形成囊胞。从这里再生出一些菌絲进入寄主的深层細胞間。在溫度条件适合时(19—21°C)，經过 6—8 天的潜育期便生夏孢子堆。潜育期的长短依溫度而不同，在 10°C 时潜育期約延长 7—15 天。

一般而論，在小麦生长的最后两个月中，如气候溫和，常有小雨，多雾潮湿，便有利于杆銹病的发生和发展。尤其在孕穗以迄开花的阶段中，孢子量累积較多，侵入頻繁。这一阶段的感染对于小

麦产量和品質影响最大。因此，早熟的品种和促成早熟的耕作措施，可使小麦逃避杆銹病的为害。

对于作物的影响　杆銹病对于麦作的影响，一方面固由于寄生物的剝夺营养而使寄主的生活力削弱；一方面也由于孢子堆的表皮破裂和蒸騰作用的亢进而引起大量的失水現象，終致光合作用受到干扰。这些因素都足以影响籽实的灌浆。尤其在穗頸和穎片上大量产生孢子堆时，能引起籽粒的干癟。在发生銹病以后，小麦的容重因而降低，出粉率因而减少。这种影响常因病害发生的早迟和輕重而有所不同。一般发病愈早，則植株所受的影响愈大，产量的損失愈重。发病愈迟則影响較少，損失亦較輕。此外，发病的严重程度不同，所致的影响亦有差异。

由于以上原因，耕作上的措施具有减低銹病損失的作用，避免过迟的播种，可以逃避杆銹病盛发期对于孕穗至开花期的植株的大量感染。适量灌溉可以补偿病株水分之消耗。

生理专化及其与抗病选种工作的关系　杆銹菌不仅有专化类型，而且在专化类型之内还有不同的生理小种，专化类型依寄主的种而区分，生理小种則以寄主的品种之反应来区别。

杆銹菌的生理小种系根据一套鑒別寄主对于病菌夏孢子阶段的反应而区分。用以区别小麦型杆銹菌(*P. graminis tritici*)的鑒別寄主計有12个小麦种和品种，用以区别燕麦型杆銹菌(*P. graminis avenae*)者計有5个燕麦品种；用以区别黑麦型杆銹菌(*P. graminis secalis*)者計有5个黑麦品种。鑒別的标准依各該品种的症狀反应而定，小麦杆銹病的寄主反应型可分为六級，其分級标准見本节第四段。

現时小麦杆銹菌的生理小种經各国发表者达200个以上。我国自1934年起陆續有所研究和发表，例如华北和东北两个主要生

理小种曾經鉴别如下:

小麦鉴定品种	症状等級	
	21①	34①
小密穗 (Little club)	4	4 +
馬贵斯 (Marquis)	4	4 −
列里昂斯 (Reliance)	0	4 −
科达 (Kota)	3 +	4 −
阿諾特加 (Arnautka)	4 −	4 −
明登 (Mindum)	4 −	4 −
斯卑尔馬 (Spelmar)	4 −	4 −
庫班卡 (Kubanka)	4 −	4 ±
阿斯米 (Acme)	3 +	3 +
一粒小麦 (Einkorn)	1 −	1 +
維尔納尔 (Vernal)	0	0
卡不利 (Khapli)	1 −	1 ±

生理小种并非一成不变。当品种变更时，病菌也可能通过对于新品种的适应而发生变异。此外，杆銹菌是异宗配合的眞菌，在轉主寄主上进行有性交配，便有可能通过杂交而动搖其遺傳性，因而产生新的生理小种。

小麦品种对于杆銹病的抗病性頗有不同。因此，选育抗病品种已被公认为防治杆銹病的基本措施之一。一粒小麦 (*Triticum monococcum*)的各品种几近于免疫。硬粒小麦(*T. durum*)、波兰小麦(*T. polonicum*)、圓錐小麦(*T. turgidum*)、二粒小麦(*T. dicoccum*)和提摩非維小麦(*T. timofeevi*)的各品种則具有高度的抗病性。至于普通小麦(*T. vulgare*)、斯卑尔脫小麦 (*T. spelta*) 和密穗小麦(*T. compactum*) 的品种則并非完全一致。其中抗病力的差别頗大。例如东北鉴定結果在原始材料中已确定有高度抗病品种238

① 生理小种鉴定号数。

个，抗病品种41个。目前在我国春麦区可供推广的抗病品种有甘肃96号，抗病性表現良好。北方冬麦区的西农6028号、早洋麦、錢交麦、西北60号等均能抗杆銹病。

杆銹菌的生理专化性和小麦的抗病选种工作有密切关系。病原菌的生理小种既非一成不变，当病原菌的致病性发生变异时，抗病品种对于新的病原菌生理小种之抵抗力自亦发生問題。因此，应該不断地育成新的抗病品种，以对抗病原物的变化和进攻。在选育抗病品种的同时，还应該明悉病原物生理小种之分布及其专化之变异狀况，以資掌握敌情，并确定品种的推广范圍。

防治要点 根据杆銹病的特点，鏟除轉主寄主可以切断病原物的发育循环。因此，在有轉主寄主的地区，可以考慮这一措施。但在有夏孢子从南方經由季候风向北吹送的情况下，轉主寄主并非唯一的供給病菌之来源。鏟除轉主寄主之作用，主要还在于减少初次侵染的銹孢子来源，以延迟杆銹病的发生。此外，杆銹菌还能够在轉主寄主上通过杂交以产生新的生理小种，这也是鏟除轉主寄主的作用之一。

耕作方面，調整播种期具有避病作用。冬麦区必須避免迟播或使用晚熟品种。肥料对于发病固有关系，但亦应考慮到使用追肥对于总产量之提高。氮、磷、鉀三要素的适宜配合在任何情况下都很重要。鉀素使原生質发生有利于抗病性的变化，氮素則提高蛋白質含量以致增加感病性。氮和鉀的比例不正常时，对于中度感病的品种影响很大。至于磷素，在氮和鉀的配合下亦有利于抗病性的提高。在发病严重时灌溉則具有补偿病株失水之作用。

选育抗病品种为防治銹病的基本环节，須联系病原菌生理专化的研究不断进行。选用抗病品种須考慮地区的适应性以及病原菌生理小种之分布，經过区域試驗予以确定。

2. 小麦及其他麦类的条銹病

条銹病除发生在小麦上外，也发生在大麦黑麦和一些禾本科杂草上，其中以小麦条銹病为最重要。我国冬麦区的小麦生产常受其威胁。例如1950年条銹病流行，西北、华北和华东曾遭受严重的损失。1957年陕西省关中一带发生此病，一般麦田减产約5—15%，个别严重地点损失达50%。

发生时期及症状 条銹病为小麦三种銹病中之发生最早者。在冬麦区，秋苗阶段便可見到条銹病。它在次年春季再度出現，并且逐漸加多。一般系在初夏大量发生。在田間气候冷凉湿潤的情况下，它的发展很快。在温度超过20°C时，它便不再发展。在夏季气温較低的高原或山区，由于小麦成熟較迟，条銹病于夏季和秋季一直在那里发生着，并繁殖大量的夏孢子。

病原菌入侵以后，菌絲順沿叶脉作縱向的局部性扩展。因而在叶片上形成狹長褪綠的長条状病斑。夏孢子堆逐漸在斑內形成，起初是隐藏在寄主表皮之下，最后突破表皮，散出黄色的夏孢子。孢子堆被复在表皮下的时間比杆銹病及叶銹病为长。孢子堆的尺度亦較小；一般长度約0.5—1.0毫米，寬度約为0.3—0.5毫米。夏孢子堆呈鮮黄色疱状，出現于叶脉与叶脉之間，排列成行，状如縫級机所打成的綫条，相当整齐（图4，1）。叶片上或叶鞘上的条斑往往結合成片，在穎片上者則为細长的小段。由于夏孢子堆的黄色显著并呈条状，故名条銹病或黄銹病，农民称之为黄疸。

由于寄主的反应不同，症状的表现頗有差异，有时虽有病斑而无孢子堆，有时孢子堆甚多而叶片很少变色。

在小麦接近成熟时，有冬孢子堆出現。主要发生在叶鞘上，有时也发生在穎片上，在叶片上者較少。冬孢子堆为排列成行的暗黑色扁平斑，由表皮复盖。它不突破表皮。

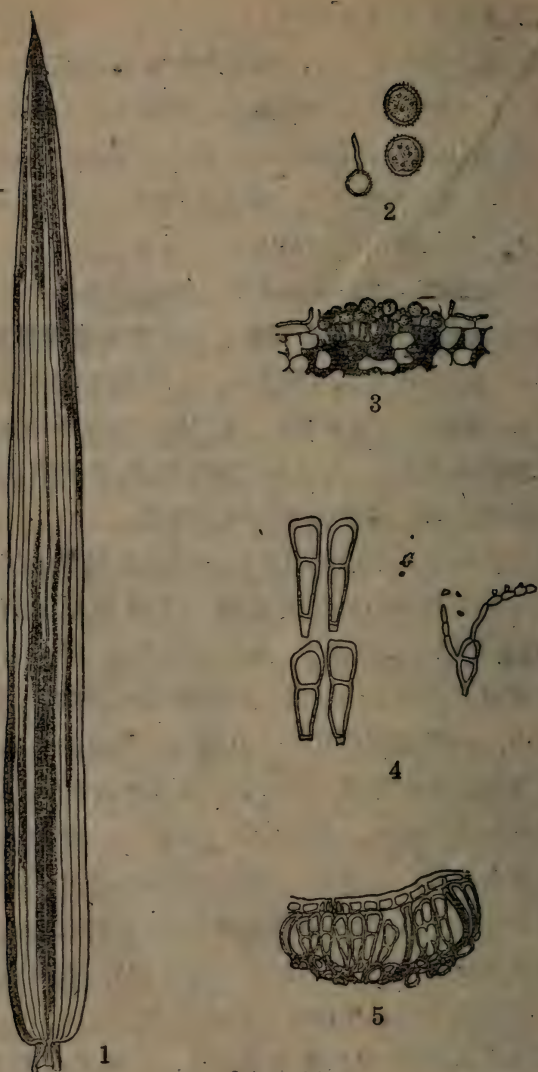


图 4. 小麦条銹病:

1. 症状; *2.* 夏孢子; *3.* 夏孢子堆; *4.* 冬孢子; *5.* 冬孢子堆。

(*1.* 作者原图; *2—5.* 仿村山及 Jaczewski)。

病原菌及其生物学特性 关于条銹病菌的最早記述系由斯密特(Schmidt, 1827)所作，当时根据夏孢子阶段将它定名为 *Uredo glumarum*。其后又与叶銹病合并列入 *Puccinia rubigo—vera*。1896年，爱立克逊等(Eriksson and Henning, 1891—1896)根据条状病斑特征和冬孢子形态将它确立为单独的种 *Puccinia glumarum*。爱立克逊氏(1894)曾将不同寄主上的条銹病菌划分为五个专化类型，即 *Puccinia glumarum f. tritici, f. hordei, f. secalis, f. elymi* 及 *f. agropyri*。惟各該类型之間的界限并不明显。例如小麦条銹病菌有时可以侵害黑麦大麦等；反过来，大麦和黑麦的条銹病菌有时亦能侵害小麦。因此，在实踐上对于这种划分很少应用。但条銹病菌有生理分化現象，业經很多試驗証明。不同地区的条銹病菌在致病性上存在有差异，根据其在鉴别寄主上的表現可以分辨为不同的生理小种。我国小麦条銹病菌亦有不同的生理小种之存在。

条銹病菌(*Puccinia glumarum*)的轉主寄主迄未发現。它是在缺乏性孢子和銹孢子阶段的状况下，依靠夏孢子阶段的重复繁殖，并逐年延續其侵染循环。在麦类作物上它虽产生夏孢子及冬孢子阶段，但冬孢子的作用不明。

夏孢子着生于夏孢子堆內，球状至卵圓形，尺度之差异非常之大，內容为黄色，胞膜无色，表面有极細的小刺状突起，有芽孔6—16个。冬孢子生在冬孢子堆內，褐色至深褐色，双細胞，上部細胞的頂部平或作楔形，頂部不加厚，无休眠期。因轉主寄主不明，冬孢子萌发后之担孢子之作用不明。在冬孢子堆內有褐色单細胞的側絲(图4，2—5)。

夏孢子萌发侵入寄主后在气孔下形成厚膜的囊胞，由此生出菌絲，伸入叶組織細胞間。它用吸胞伸入寄主細胞內吸取养分。

另有一种不分枝的菌絲沿叶脉向前伸展，蔓延至其他气孔下，再生普遍通絲。所以病菌由一点侵入之后能以蔓延生出大量的孢子堆。

由于条銹病菌的寄生，植株叶部的营养大量的消耗着，根部所获的养分大为减少。同时，由于呼吸亢进，需水較多，貧弱的根部不能大量吸收，形成水分供应不足的状况。病株生長因而滞緩，种子干縮。收获量因而减低。

小麦条銹病菌既以夏孢子阶段延續其侵染循环，夏孢子阶段如何越夏和越冬乃是条銹病研究中的关鍵性問題。

小麦条銹病菌适应于較凉的气候。菌絲体的生长和夏孢子的形成以10—15°C为最适溫度，菌絲体能在冬麦幼苗組織內越冬。在2—4°C的低溫中仍能产生夏孢子。在北欧甚至在零下7°至9.5°C还能产生夏孢子。我国关中地区的小麦条銹病菌在冬季并不完全停止和发育，有时以不断产生夏孢子的方式越过冬季。夏孢子萌发的适溫約为10—12°C（最低2°至3°C，最高29°C）。萌发出的芽管在4.2°至6.5°C的上升溫度中能够生長。即使經过－10°C的夜間低溫，次日溫度上升，仍能継續生长。夏孢子在低溫低湿的情况下，生活力可以維持很久（0°C，于40%的相对湿度下能存活433天）。由于对低溫有良好的适应能力，它在北緯50°以南的地区可能用夏孢子越冬而于次年春季再行萌发入侵；或者在秋末冬初入侵冬麦苗，以菌絲状态在寄主組織內越冬。

条銹菌不耐高溫。夏孢子在36°C的条件下两天就失去生活力。大气湿度愈高，其生活力丧失愈快。在成都平原，夏孢子的存活力不超过一个月；在武功夏季的炎热和湿度情况下，它的存活力不能超过33天。

小麦条銹病菌在冬麦区的平原地带既不能越过夏季，究竟秋

季麦苗上的条銹病的菌源来自何处，是値得研究的。一般認为它的越夏有两种可能途徑：一为在杂草寄主中越夏，一为在夏季冷凉的高山或高原地帶越夏。例如成都平原的小麦条銹病菌可能系轉移往川西山区晚麦上越夏。

按照条銹病菌喜好冷凉的特性，在夏季气候較凉而有寄主植物的条件下，以寄生方式継續在夏季侵染并产生夏孢子，乃是可能的。例如六月初旬在陕西太白山不同高度的地点种植小麦，并用条銹菌夏孢子接种在麦苗上，在七月中旬及八月上旬檢查結果，自海拔 1,220 米以上的各处試驗材料上均发生条銹病。海拔較高之处，夏季气温較低。例如七月份西安、武功等地最高温度在 37°C以上，而太白山刘家岩(1,220 米)最高温度为 29°C，平均为 21.8°C。故在 1,220 米以迄 2,563 米的高地条銹病均能越夏，尤以 2,000 米以上发病为最重。甘肃、青海等地很多小麦被栽种在 2,000 米以上的高地上。这些地区的晚熟春麦收获期迟到 9 月至 10 月初，田間条銹病发生得普遍而且延續得很久。这不但使病菌以寄生方式越过夏季，而且可以保存大量病源。到早播冬麦出苗以后，它們便侵入秋苗。此外，高地的寄生麦苗上也有条銹病，并能維持病菌的寄生生活至 10 月中旬，起着越夏和保存菌种的作用。至于甘肃六盘山一带的晚熟冬麦，其收割期可能迟到七月下旬，这时距离早播冬麦的出苗期仅約 40 天左右。由于高地凉爽，病菌也有可能用夏孢子直接渡过这一段时期，然后侵入早播冬麦的麦苗。

傳播及流行　条銹病菌也和杆銹病菌相似，是經由气流傳播的。它不仅在田間有短距离的孢子傳播以扩大其侵染的数量，并且在地区与地区之間有长距离的傳播。例如陕西关中地区的条銹病菌夏孢子在五月間随着季候风由东往西作长距离的傳播，并在春麦区扩大流行傳染。夏季主要在 2,000 米以上的高山或高原地区

于晚熟春麦及野生麦苗上越夏。秋季后，又随东去的风向逐渐向冬麦区傳布。最后，它在冬麦区越冬。界乎冬麦区与春麦区之間，如平凉等地为早播冬麦区。这个地区在春季及秋季条銹菌傳布过程中均起着桥梁作用。例如在春麦区越夏的病原在秋季向东傳布时，先在該区侵染发病，然后再从这个桥梁基地向东吹送孢子，侵染关中地区的冬麦幼苗。此外，四川成都平原的小麦条銹病菌系經由长距离傳播轉移往川西高山晚麦地区越夏，亦經調查証明。

小麦条銹病在銹病流行年份发生得很严重，而在另一些年份則发生得較輕。尽管每年有夏孢子往返傳播于越夏及越冬地区之間，而各年发病輕重不同。这种現象是由于流行的条件之限制。条銹病的流行，除需要有大量的菌源之傳播外，还需要有适宜的气候条件。此外，主寄品种之抗病或感病性也有关系。

条銹病的发病最适温度約在 10—15°C 之間，超过 20°C 即很少发生。夏孢子需要适宜的温度和湿度并在叶面有水滴的情况下萌发入侵。因此，雨量和降雨期的分布如与适宜的温度相配合，則对于条銹病的发展有利。潜育期以在 11°C 左右为最短(約 12 天)。一般而論，冬麦区的条銹病在以下条件具备时，发病和流行的可能性較大：(1)上年越夏地区发病严重，9 至 10 月間随风傳播而来的夏孢子較多；(2)上年秋季雨量較多，麦田水分充足；(3)上年秋季麦苗发病普遍；(4)冬季較为温和，越冬的条銹病菌較多；(5)春季 3 至 4 月間的温度在 10—20°C 之間，春雨早而次数多，利用病菌的入侵；同时并縮短其潜育期，增加其繁殖次数。这样便增加了田間再侵染的菌源数量。在以上的情况下，如田間所种为感染条銹病的小麦品种，則条銹病的流行是可能的。反之，如所种为抗病力較强的品种，則发病的可能性甚小。

防治途徑　选用抗病品种为防治条銹病的基本环节。过去我

国育成的小麦品种中，如陕西西农 6028 号、134 号、612 号，甘肃的 96 号及 60 号春麦、碧玉麦，青海的 487 号春麦，新疆的烏克兰 0246 号，华东的矮立多、2419、4197、徐州 438、中农 28、浙农 9 号、浙农 17 号、驪英 3 号等，华北的早洋麦、鍐交麦、华北 187、华北 672、黑壳早等品种，在一定的地区范圍內是具有抗条銹病的特点的。碧螞 1 号为过去推广較多的抗条銹病品种，1957 年在陕西关中一带已轉变为感染。

必須指出，条銹病菌有生理分化現象，不同地区的病菌在致病性上存在着差异。我国地区广大，小麦品种复杂，气候环境及栽培条件不一。因此，在选用抗病品种时，必須要考慮品种的适用区域。同时，也不能設想，一个品种能在不同的地区都是抗病的。为了測驗不同品种之适应区域，分别在小麦区进行不同品种的幼苗接种及田間感染試驗，在品种推广上，具有参考价值。

品种的抗病性和病原菌的致病性并非一成不变者。环境条件的改变能导致品种抗病性的变异；同时，病原菌也能以通过对于新品种的适应而产生新的生理类型。例如碧螞一号在某些地区虽曾表現抗条銹，但因以上原因而丧失了它的抗病性。因此，抗病选种工作乃系长期而具有連續性的斗爭。进行病原菌变异的研究，配合有系統的育种程序，方能不断地育成新的抗病品种，以适应发展中的需求。

在农业技术措施方面，冬麦区适时播种具有避免秋苗大量感染的作用。过分的早播則接受外来夏孢子侵染的机会較多，也就增加了在麦苗上越冬病原的数量。因而会增加翌春侵染病源的数量。例如河北省在秋分以前播种的麦苗发病往往較重。麦田的精耕細作和施用磷肥、鉀肥配合氮肥等措施，有利于麦苗的发育并提高其抵抗力。春耙可以除去基部病叶，减少病源。至于春麦区，除

注意减少落粒，鏟除野生麦苗，以减少越夏病源外，还应推广抗病品种。在条锈病傳播規律业經初步明确的地区如陝、甘、宁等省，除注意上述各节外，对于冬春麦交界地区的桥梁地带宜加强防治和选育适应該地区的抗条銹病品种，以切断其傳播的途徑。

药剂的防治取决于經济是否合算，在条銹病大发生以前，噴布波美 0.5 度石硫合剂，并連續噴布，每周一次，共約三四次，是具有减少侵染及推迟发病的作用的。发病愈迟則产量上所受的損失愈小。

3. 小麦叶銹病

小麦叶銹病的分布地区很广，乃是世界性的小麦病害之一。我国的春麦区和冬麦区都常有此病，但以在比較潮湿的地区发生为多。小麦叶銹病往往与杆銹及条銹出現于同一田內或同一植株之上，所以它所造成的損失很难单独估計。对于它的严重性也可能估計不足。一般認为长江流域一带发生較重，例如 1938 年在四川西部曾有損失 50%之报告。它在北方冬麦区不如条銹重要，在东北的春麦区則不如杆銹病重要。事实上此病在經济上的重要性是在二十世紀三十年代以后才逐漸受到注意的。例如在美国一向認为杆銹病是小麦銹病中之重点，选种方面偏重于抗杆銹病的品种。1938 年美国小麦叶銹病大流行，当时广泛种植的品种如塞契尔(Thatcher)只能抗杆銹而不能抗叶銹，以致造成严重的灾害。

症状特点及寄主范圍 小麦叶銹病的发病时期比杆銹病为早，但較条銹病为迟。夏孢子堆較杆銹病为小而較条銹病为大。它在叶片上的分布是散漫而无規則的，不似条銹之排列成行(图 5，1)。当它突破表皮时，显現褐色。其色澤之深淺依成熟程度及水分多寡而不同。当孢子新鮮而水分充足时，孢子堆呈橙黄色。在較老而水少时，色漸加深。色淺时不似条銹之黄，色深时不如杆銹

之暗。夏孢子堆虽然在叶片的两面均有发生，但以正面为多。当菌絲体扩展而穿过叶片时，叶片的下面也产生夏孢子堆。当发病严重时，不但叶鞘上常有发生，即在接近穗部的莖杆上和麦穎、麦芒上也能有叶銹病的夏孢子堆。麦叶受病較重时，叶部組織的局部或全部变黄并枯死。冬孢子堆通常发生于变黄或正在死亡的組織中，主要发生于叶片背面或叶鞘上，橢圓形，銀灰色，由表皮长期复盖。叶銹病的冬孢子堆不突破表皮，所以容易和杆銹病的冬孢子堆相区别。

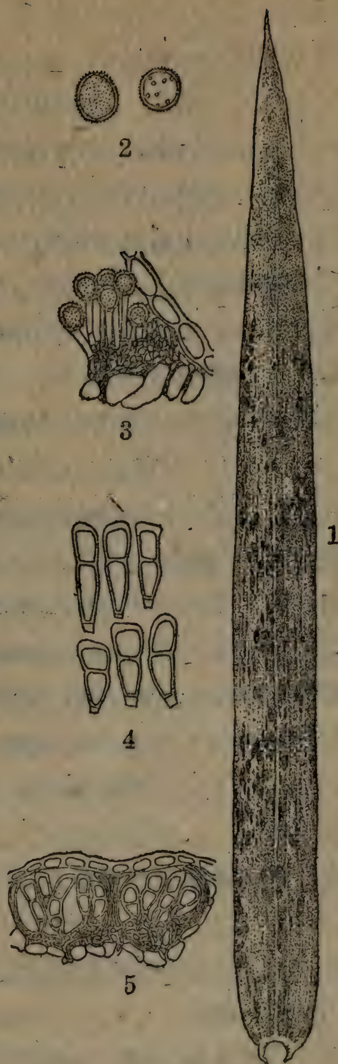


图 5. 小麦叶銹病：
1. 症状；*2.* 夏孢子；*3.* 夏孢子堆剖面；*4.* 冬孢子；*5.* 冬孢子堆。(*2, 4.* 仿村山；*3, 5.* 仿 Jazewski；1. 原图)。

小麦叶銹病菌(*Puccinia triticina*)的第一寄主为小麦。其寄主范圍很狹，几仅适应于小麦。除野生小麦(*Aegi-*

lops)及鵝冠草属(*Agropyron*)对于个别的生理小种能以感染外，其他禾本科杂草均不感染此病。小麦叶銹病菌的轉主寄主已被发現者有唐松草(*Thalictrum spp.*, 1921 年首次在美国确定)及小烏头(*Isopyrum fumarioides*, 1935 年首次在西伯利亚确定)。我国东北、西北和南京均曾有关于唐松草属植物发生銹孢子器之报告；东北亦有关于小烏头上銹孢子器的报告。但它們和小麦叶銹病的轉主寄生关系尙待試驗确定。小麦叶銹病菌的轉主寄主在我国毕竟不是普遍生長的植物。病菌主要地系在小麦上用夏孢子阶段重复繁殖，以延續其侵染循环。

病原菌　小麦叶銹病菌(*Puccinia triticina*)最初曾由德坎多尔(De Candolle, 1815)定名为 *Uredo rubigo-vera*；温特尔(Winter, 1880—1884)定为*Puccinia rubigo-vera*,包括了許多禾草銹菌在內。爱立克逊与汉宁(Eriksson et Henning, 1894)将禾谷类的多种叶銹病菌归納为一个綜合种，名之为 *Puccinia dispersa*，而于其下分为小麦型(*tritici*)、黑麦型(*Secalis*)和 *bromi* 及 *agopyri* 等四个专化类型；旋又于 1899 年将它們提升为四个种，其中小麦上的叶銹病菌卽定为 *Puccinia triticina*。曼因斯(Mains, 1933)建議沿用 *Puccinia rubigo-vera tritici*，加 *tritici* 字样系說明它是小麦上的叶銹菌。

小麦叶銹病菌的夏孢子堆長 1—2 毫米，寬 0.5—0.8 毫米，褐色，最初生在叶的正面，散生，无秩序；后来穿透叶片，在反面也出現孢子堆；有时发生于叶鞘和莖上。夏孢子圓形至橢圓形，有刺，直徑 19.6—27.2 微米。

冬孢子堆橢圓形，暗黑色，生在叶的反面，散生，有时也生在叶鞘上。冬孢子橢圓棍棒状，常鈍圓傾斜，長 30.4—38.4 微米，下室寬 11.2—14.4 微米，上室寬 14.4—16.0 微米，柄短，天然休眠后萌

发，先菌絲淡黃色。

在唐松草上性孢子器生于叶片，大多数在叶的正面，群集于黃色至赤褐色病斑上。病斑隆起，徑約2—15毫米。性孢子器着生于表皮下，蜜黃色，球状至扁球状，寬80—145微米，高80—130微米，孔口絲状体長約95—190微米，粘合成明显的管柱状。

銹孢子器在叶背，群集于病斑上，杯状或短圓柱状，徑約0.2—0.6毫米，高約0.5毫米；包被白色或微黃，边緣齿状或裂开，反卷；包被細胞長橢圓形，縱剖面呈偏菱形，14—19×18—29微米，連接或微迭，外壁厚7微米，有横紋，內壁較薄，2—3微米，有粗疣状突起。銹孢子球状或長球状，具棱角，16—20×16—26微米，胞膜无色，薄，厚度在1微米以下，有細疣状突起。

越冬越夏及傳布　小麦叶銹病的轉主寄主虽經发現，但唐松草和小烏头在我国主要麦区并非普遍地存在着。在苏联和美国的文献中，关于唐松草的接种发病情况固有所記述，但一般認为在自然情况下叶銹菌对于这种植物的侵染是极为罕見的。至于小烏头，則只有在西伯利亚經証明为小麦叶銹病菌的轉主寄主。此菌的寄主范圍极狹，它在杂草上越冬或越夏的可能性也很少。

小麦叶銹病菌主要是用夏孢子阶段在小麦上重复繁殖，以完成其逐年侵染的循环。此菌比杆銹菌耐低溫，比条銹菌耐高溫，对于濕度的要求不似条銹菌之严格。无論是夏孢子或菌絲体都有越冬能力，菌絲体尤为坚强。

小麦叶銹病菌对于低溫很能忍耐。在人为条件下，夏孢子貯存于0—10°C之間，生活力維持得最久。当溫度上升以迄52°C时，生活力的喪失远較溫度下降以迄－53°C时为显著。在溫度为5°C，相对濕度为40—70％时，或10°C及40％的条件下，夏孢子能保存两个月而不喪失其发芽力。在自然情况下，凡冬麦休眠期間

麦苗所能忍耐的低温，均为潜伏于麦苗內的叶銹菌菌絲所能忍受。特别是在雪层长期复盖之下，气温虽低至－50°C，銹菌也能越冬。卢塞可夫和希娣可娃（1928, 1929）发現在暴露的草原上沒有銹菌越冬，但在背风的处所，雪层經久不化，銹菌卽可在雪下越冬。甚至微小的低洼处所如牛蹄所留的陷印都有利于积雪和銹菌的越冬。

小麦叶銹病菌于侵染秋苗后，能在寄生状态下用菌絲潜伏于麦苗組織內越冬，来春又产生夏孢子以継續其侵染活动。但在冬季或初春遇有适合的温度条件，也能够产生夏孢子。至在极冷地区，冬季旣无麦苗，小麦叶銹菌亦卽无从越冬。在这种地区，春季的侵染菌源大都系經由风力从南方或其他越冬場所傳播而来。我国东北的情况，旅大地区小麦叶銹病菌可以在冬麦及野生麦苗上越冬，幷継續产生夏孢子堆。旅大位于东北諸省之南端，由于夏初的西南时季风向，該地銹菌的越冬及发病，很可能影响到东北的中部和北部小麦，使其发病。

小麦叶銹菌在春麦区能够以寄生方式在植株上越夏，幷且継續产生夏孢子。至于在冬麦区，如夏季不太酷热，小麦叶銹病菌能在田間野生麦苗上越夏。但如夏季酷热而干燥，則秋季侵染冬麦幼苗的菌源将依恃风力从阴凉的越夏場所傳播而来。

发病与环境条件的关系 小麦叶銹病菌的夏孢子在 2.5°C 的低温中卽可萌发，最适为 12.5° 至 25°C，最高为 31°C，故萌发所需温度范圍較为广泛。但对于湿度的要求較为严格，須有 100% 的飽和空气湿度，萌发較盛。在相对湿度为 99% 的环境中，萌发率卽見减少，相对湿度低于 95%，則夏孢子很少萌发。侵入的温度范圍也很寬，但对于湿度要求也很严。例如在 23°C 的温度下，侵入約需 6—9 小时；在 13°C，約需 9 小时；在 8°C 下，約需 24 小时。侵

入需要 100% 的相对湿度。又温度适合而湿度不足，则侵染所需时間可能延长，或竟不能侵入。

小麦叶銹病菌在 2.5°C 的低温下即能萌发和侵入小麦。温度在 15°C 以下即能发病。最适为 17—22°C，在 27°C 以上即不易发病。在秋苗受侵染后，虽因温度不足而可能不表現症状，但菌絲在組織內的扩展并不需要很高的温度（約 10°C 左右即可），并且能在低温下越冬。在开春以后温度在 15°C 以下即可发病，而在这样的低温中，小麦杆銹病是不能发病的。因此，叶銹病的发病最适温度虽与杆銹病相近似，但叶銹病的发病期較早。至与条銹病相比，它的发病最适温度则較条銹为高，因此，叶銹病的盛发期較条銹病为迟。

潜育期之长短依温度而不同，在 10°C 約为 19 天，在 15°C 約为 12 天，在 20°C 約为 8 天。尽管如此，但湿度仍是很重要的因素，因为孢子的萌发和侵入需要近乎飽和的大气湿度。多雨而潮湿的气候毕竟有利于小麦叶銹病的发生。

防治途徑　小麦叶銹病的防治途徑和杆銹病相同。种植抗病品种乃是基本防治环节。尤其在小麦选种的田間記載中須注意各品种的感染情况，以供决选品种时之参考。不宜偏重对于条銹、杆銹之抗病性而忽略对叶銹之抗病性。我国小麦叶銹菌有不同的生理小种之存在，业經証实。生理小种 123 号在我国分布較广，次为 63 号及 1 号。許多引进的品种在我国是抗病的，若干农家品种亦具有抗病表現。我国主要推广品种中抗叶銹者有陝西地区的西农 6028 号，华北的早洋麦、鏷交麦，华东的南大 2419、矮立多、碧玉麦等品种。此外甘农 96 号在东北表現对叶銹病具有耐病性。

4. 小麦抗銹病品种的选育和鉴定

小麦品种对于銹病的抗病性有着很大的差异，栽培不能抗銹

病的品种則有遭受銹病侵襲的可能，在銹病流行年可能造成严重的减产。育成抗銹病的小麦品种，推广种植，并通过良种繁育制度，使群众結合栽培措施，經常培育和提高品种的抗病性，乃是防治銹病的重要环节。1957 年中国农业科学院在武功召集全国銹病会議，已将选育抗銹品种列为重要研究項目。

抗銹病的小麦品种除須按照各該地区发生銹病的种类，具备高度的抗銹性外，并須具备經济上和栽培上的良好特性，例如丰产、質优、早熟、抗寒等农业性状。因此，在抗銹病品种的育成过程中，不仅須对原始材料的抗病性进行鑒定，并須从它們的生物学特性和遺傳以及栽培方面予以研究。另一方面，病原菌的生理分化为这一工作带来了更复杂的任务。一个抗病品种在种植若干年之后，常因新的病菌生理小种之出現，而不能抵抗。必須經常了解病原菌变异的情況，不断地育成新的抗病品种，以代替旧有品种。这是一个經常而复杂的長期斗爭任务。必須由遺傳选种、作物栽培和植物病理学方面配合进行，才能全面而严密地完成这一任务。

选育抗銹品种的途徑　选种这个术語导源于拉丁文“Selectio”。是“挑选”或“选擇”的意思。人类选擇植物类型以滿足生活上的需要，由来已久。在最原始的农业时代便已开始了人工选擇。但起初是无意識而緩慢的，随着农业的发展和文化水平的提高，选擇漸成为有意識而迅速的了。在栽培植物的过程中，我們的祖先很早便注意到选擇良好的种子才能生長适合于需要的植物。不少的农作物品种乃是通过長期的人工选擇过程而获得的。有一些比較抗病的农家品种也是通过劳动人民的选擇而来。随着生物科学的发展，人类不自覺地选擇品种的历史已成过去。現代的选种工作不仅利用自然存在的材料进行选擇，并且要用人工創造新的类型以丰富选擇的材料。选育抗銹病品种的工作可通过选种、引种

和杂交以达到目的。选种和引种可以从国内外現有品种中获致具有抗銹性的适当材料以供过渡期間推广种植之用，但現成的材料往往不能兼具抗病及优良农艺性状于一体。通过国内外原始材料的搜集和研究，就可以选用适合于需要的材料进行杂交育种，以創造具有抗病及优良农艺性状的新品种。

我国有攸久的农业历史，在辽闊的国土上，在劳动人民的长期培育下，有着适合于不同地区的大量小麦品种。这些农家品种往往是由极为复杂的群体所組成。品种之內包括着抗病力强弱不同的生理类型。所以在銹病流行的年份里有些农家品种表現"耐銹"的性能，虽然发病，但减产不多。搜集农家品种，进行观察和比較，从品种鉴定中便有可能选拔出抗銹或耐銹的品种。例如在黄河下游部分地区推广的"蚰子麦"，是1949年从河南清丰一带搜集的农家品种，經过东北、江苏試驗試种，証明有增产的作用。在条銹病发生时，表現耐病。1954年推广已达1,100余万亩。蚰子麦的成熟期較早，固有助于逃避条銹病，但农家品种中生理类型复杂，田間各个植株的感染程度不一致，可能是耐銹的原因之一。又如"平原50麦"是从1950年品种評选运动中选拔出来的农家品种。它的成熟期中等，而在条銹病大流行时表現耐病，发病輕而产量高。在某些地区的試驗中，它表現較强的抗病力。現在推广已达250万亩。据新乡专区研究，这个品种至少包括着农艺性状不同的类型六个。在銹病大流行的年份里从事农家品种的鉴定，为获致抗銹材料的途徑之一。从这里面选出过渡性品种，推广种植，是为效果最快的方法。

农家品种既包含有复杂的生理类型，选种家从这种群体中进行穗选，选择出能符合选种目标的单穗，进行比較和鉴定，經过系統的育种程序，也有可能获致抗病的品系。例如魯基亚年科(П. П.

Лукьяненко) 从原有品种中，曾用挑选田間不受条銹病侵染的植株挑选出"伏洛希罗夫卡雅"及"呂切申司 49"等改良系。本达尔叶夫(M. T. Бондарев)从"克拉斯达尔卡"品种中，用選擇充实飽滿的种子获得了抗杆銹病的改良品种，用直接挑选法又获得了抗叶銹病的类型。我国推广品种有一些是从农家品种中选擇单穗，經过試驗場的系統选育而成的。例如"徐州 438 号"是在苏北邳县采集农家品种的单穗經过 9 年的选育而得，它在苏北相当的抗条銹病；1954 年种植約 1,500 万亩。"浙农 9 号"是从浙江富阳采取单穗，經过 7 年选育而得。它在浙江种植約 30 万亩，对条銹病抵抗力强，对叶銹病抵抗力中等；"487 号春麦"为从陕西农家品种中选穗而得，抗条銹病但感染杆銹病，在青海推广。这些品种都是在劳动人民多年培育的基础上經过选种工作者的观察选擇而获得的。选种材料来自本地区者比較地适合于当地的自然环境。但利用現有的材料不可能获得兼具抗数种病害和丰产、质优等性状的完善的品种。一般系在未育成更好的杂交品种之前，利用这种途徑获致过渡性的推广品种。

引种外区或外国品种为获得抗銹病材料的另一途徑。我国現有的推广品种中有一些是从国外引进的材料中經过試驗或选育而得的，例如"碧玉麦"原产美国，1924 年經由澳洲引进，对条銹病免疫，对叶銹病高度抵抗，在黄河流域和长江流域广泛种植，1954 年已达 650 万亩；"南大 2419"原产意大利，1932 年引进，适应于淮河以南及长江流域地区，对条銹及叶銹高度抵抗，1954 年种植已达 600 万亩；"中农 28 号"原产意大利，1932 年自英国引入，在长江流域广泛种植，高度抗条銹病；"矮立多"系 1934 年引入，在华东及西南均有种植，能抗条銹病；"烏克兰 0246"号是 1939 年从苏联引进新疆的，1955 年种植达 50 万亩，抗条銹病力强；"甘肃 96 号"春麦

系1944年由美国引进，高度抵抗条銹及杆銹，并耐叶銹，现在西北及东北春麦区种植約47万亩；此外，1946年由美国引进的“早洋麦”和“錢交麦”在华北地区也表現抗銹病，“早洋麦”对于条銹及叶銹为免疫，并高度抵抗杆銹病，“錢交麦”在北京地区对三种銹病均为高度抵抗。由外国引入的品种常不能适应当地的栽培条件。利用現成材料而获致适合当地抗病性和农艺性状等要求亦甚不易。由这一途徑获致的品种亦只能作为过渡性的推广品种。例如“碧玉麦”耐寒力弱，1952年在山东、安徽、河南等地遭受寒流襲击普遍发生冻害。它虽抵抗条銹和叶銹但感染杆銹和赤霉病。它的春种性很强，在冬麦区播种过早时容易发生冬旺和提前拔节抽穗現象；分蘖力弱，需肥較多，在干旱瘠薄地区种植极为不利。但由外国引进品种乃是丰富和充实抗銹病选育工作中的原始材料之必要途徑。例如苏联在米丘林学說的基础上，搜集并掌握了大量的国內外原始材料，研究并且了解它們的品种类型之形成原因，因而在实踐中能够从这些材料中选用适合于育种目标的杂交亲本材料。美国由苏联引进一些硬粒春小麦和早熟軟粒小麦，奠定了美国和加拿大抗銹病育种的基础。我国小麦品种中有些已在苏联、英国、阿根廷等国家被用作抗叶銹病育种的亲本。

除应用农家品种或引用外来品种作为选种的材料外，現代选种工作者还利用人为的环境条件来影响植物的遺傳性。根据李森科关于植物阶段发育学說，植物有机体在春化末期是最有可塑性的。例如在春化末期用改变温度条件来影响植物遺傳性，或改变冬小麦为春性品种以及改变春小麦为冬性品种的情形下，植物后代的多样性是可观的。鲁基亚年科将感染銹病的“伏洛希罗夫卡雅”027号改变为春性时，发現被改变的类型对于叶銹病和杆銹病的抗病性有着极其不同的差异。其中也有能同时抵抗这两种銹病

的类型。在所获得的材料中有20%以上显示高度的抗病性。根据这个事实，可見利用非常的外界条件以改变植物的本性，也可以动搖其遺傳性，用以丰富选种的材料。

杂交是創造抗病品种的最有效的方法。苏联在广泛收集世界小麦原始材料的基础上，运用米丘林遺傳学說选用适当的亲本，在抗銹病育种上获得了很大的成就。例如魯基亚年科用"馬尔奎士"小麦（抗銹病，莖秆硬，产量高，麦粒質量高，不落粒）与地方小麦植物学品种"*ferrugineum*"（有芒，无毛，紅壳，紅皮）相杂交，所产生的抗銹品种622号在生长后期对叶銹病高度抵抗，产量超过高加索的标准小麦"烏克兰英卡"95%，品質也較为优良。我国現时推广的改良品种如"碧螞一号"、"西农6028"、"驪英1号"、"合作一号"等都是用杂交方法获得的。其中如"碧螞一号"系"螞蚱麦"×"碧玉麦"的杂种后代。母本"螞蚱麦"是陝西关中农家高产品种，但感染条銹病，品質差，子粒子，易倒伏，落粒。父本"碧玉麦"是在本区生长較好的外来品种，不感染条銹病和散黑穗病，品質好，子粒大，不倒伏，不落粒，但分蘖少，易受冻害，产量不穩定。在这个組合中选出"碧螞1号"至"碧螞6号"等共有6个品系，其中"碧螞1号"具有高产，耐寒及品質优良等特性。过去并能抗条銹病。在陝西关中一带頗受农民欢迎，种植达3,500万亩。該地区推广的另一品种"西农6028号"系"西北60号"×"中农28号"的杂交后代。它的母本感染条銹而抗旱力强，父母抗条銹病而耐肥。这一杂交品种的品質虽次于"碧螞1号"，但抗条銹病的能力較强。在1957年关中地区因病原菌的变异而使"碧螞1号"受到感染，但"西农6028号"仍为高度抗病。用"碧螞5号"×"6028"获得的杂交种"612号"具有高度的抗条銹病性，产量較"碧螞1号"高出8.9%；用"碧螞6号"×"6028"获得的杂种"134号"也有抗条銹病的特点，它的产量

比“碧螞1号”高出14.7%。这两个新品种在1957年均显示高度的抗条銹性。現均繁殖，准备用以代替“碧螞1号”。

在推行抗銹病的杂交育种工作时，选擇适当的亲本組合甚为重要。在选擇杂交亲本时，除必須考慮到亲本的抵抗性外，还应該注意它在各个发育阶段的抵抗性之差异。魯基亚年科院士在研究抗叶銹病的工作中，确定了品种对于叶銹病的抗病性可分为(y_1)及(y_2)两个类型。(y_1)型在幼苗期卽已表現抗病性，并在发育后期繼續保持其抗病性，例如冬小麦“郭越依尔”、“民主”、“地中海”等，春小麦“克列因31”、“戈尔捷依佛尔梅10”等便属于此类。(y_2)型在幼苗期和分蘗抽莖阶段虽感染叶銹，但在发育后期表現抗病性，例如冬小麦“曙光”、“克拉斯諾达尔卡”等，春小麦“馬尔奎士”、“先鋒”等属于此类。魯基亚年科用(y_1)及(y_2)型的材料进行交配，获得高度抗病的类型达50%，并获得比亲本更为抗病的材料。

苏联北沃舍梯国家选种站用根外追肥方式以促进冬小麦杂种对叶銹病的抵抗力。例如用$Ca(NO_3)_2+KH_2PO_4$的溶液或2%的食盐溶液对杂交后代的幼苗进行噴射，可提高其抗銹力并遺傳給后代。食盐中的鈉可以刺激鉀素进入植株，并更多地累积着。而鉀是有利于增进抗病性的。利用杂交后代的可塑性，于个体发育的一定阶段中予以影响，借以提高其抗病性。这在抗銹杂交育种工作上是一个有希望的途徑。

除利用品种間的杂交外，远緣杂交为創造抗銹病品种的另一途徑。由远緣杂交而来的杂种有着最易动搖的遺傳性。米丘林根据这个理論，利用合理的培育方法，在远緣杂交的基础上創造了很多有价值的果树品种。苏联科学家运用了米丘林的理論，进行小麦和其他禾本科属間的杂交。例如由“呂切申斯627小麦”×“白稃鵝冠草”得到3021号春小麦杂种，具有产量高、抗病、抗旱及优良

品質等特性。又如用黑麦×小麦得到的“446131”再×白稃鵝冠草得到冬小麦杂种599号，也具有上述优良特性。季米里亚捷夫农学院和全苏植物栽培科学研究所用移胚无性杂交的方法进行的小麦种間杂交提高了无性杂种对銹病、黑穗病和白粉病的抵抗力。把硬粒小麦和軟粒小麦的胚移植到提謀菲維小麦、波斯小麦和二粒小麦的胚乳上去时，对于提高各种病害的抵抗力上得到了显著的效果。

进行抗銹选种工作，必須对于原始材料的抗病性及其与病菌生理小种的关系作詳細的研究，才能获得可靠的結果。

鉴定抗病品种的方法 育成抗病品种的工作要有植物保护和遺傳选种以及栽培等方面的工作者配合进行。这一工作中的主要环节为鉴定品种的抗病性，鉴定的方法可分为三种：(1) 田間鉴定法，就是在田間自然发生銹病的情况下，計算罹病植株百分数及銹病孢子堆所占的叶面面积百分数；(2) 誘发鉴定法，就是用人工对植物进行銹病菌的接种。用孢子悬浮液噴在植株上。此外也可以用其他較为复杂的人工接种法来进行。例如用孢子悬浮液注射在叶部組織內；或用湿手指抹拂麦苗叶片后，噴以微細水珠，以长滿新鮮孢子的病叶在麦苗叶片輕擦，在湿箱內放置36小时，然后移放在溫室內；(3) 异地鉴定法，把同样的品种播种在不同的地区，特别是在某一种銹病傳播严重的地区，这一方法可測定品种在不同环境下，不同銹病的侵染下的抗病性。选育抗病品种的工作还須要結合小麦育种及繁育的程序，經常注意試驗地里各項材料的抗病表現，用高度栽培技术予以培育和复壮；測定各地区适于推广的品种，并对現有推广品种作有計划的更換。

用以衡量小麦感染銹病的标准計有三項，即“反应型”、“严重率”和“普遍率”。

"反应型"指小麦植株受到侵染后所产生的反应以及在病状上所能见到的表現。通常用六个等級来記載，即 i、0、1、2、3、4，并用 x 代表混杂型。其具体症状和分級列表如下：

小麦銹病"反应型"分級标准

代号	类别	說明	附注
i	免疫型	植株在銹病菌侵染下，叶部完全保持正常的綠色，既不产生夏孢子堆，也不产生枯死斑点。	
0	高度抵抗	植株受侵染后，产生或大或小的枯死斑，但不产生孢子堆。	在条銹病为短枯条。
1	高度抵抗	产生枯死斑点，斑点上常生出很少数小型孢子堆。	3 和 4 級均为感染型，可以簡化为一級，統称为 3。
2	中度抵抗	枯死斑点上生出的孢子堆体积較大，数量也較多。	
3	感染	无枯死反应，产生很多的孢子堆，但孢子堆較小，孢子堆四周有失綠現象。	
4	感染	同上，孢子堆較大，孢子堆四周无失綠現象。	
x	混杂型	同一張叶片上出現不同的反应型。	

在衡量小麦品种或原始材料的抗病性时以反应型为标准。如表现很一致，記一个代号即可；如不一致則須将极限及一般情况予以記載。例如 0—2(1—2)。

"严重率"是表示叶面上孢子堆多寡的术語。目前国际上常用的有美国农业部的严重率分級标准，其中对于条銹分为 7 級，对杆銹及叶銹則分为 6 級。苏联魯薩科夫提出一种对于杆銹及叶銹的分級标准系分为 9 級。納烏莫夫提出的条銹病分級标准为 12 級。我国銹病工作者所用系第一种标准略有补充，即杆銹及叶銹分为 7 級，条銹分为 8 級。这个标准是以叶面所能容納孢子堆的最高

面积(37%)为100%。对杆銹和叶銹列有100%、65%、40%、25%、10%、5%及0%等7級;对条銹列有100%、65%、40%、25%、10%、5%、t(2%)及0%等8級。这个标准經按照孢子堆密度繪成标准图如下(图6):

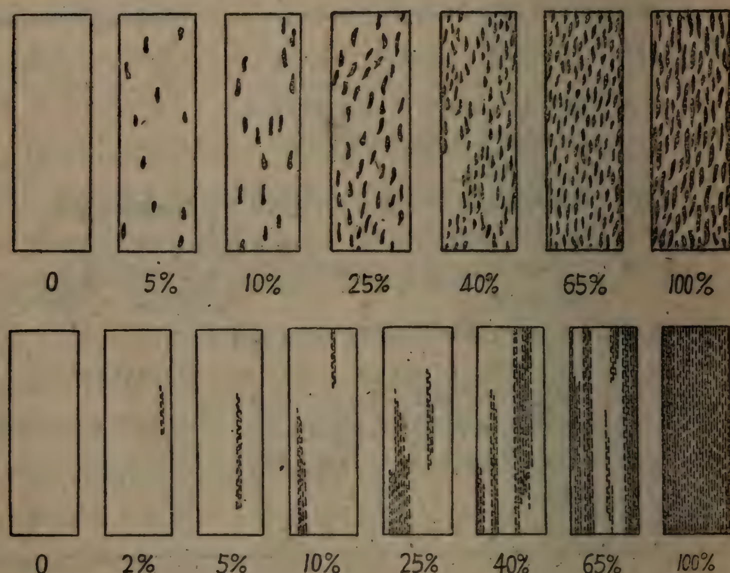


图6.(上)小麦杆銹病"严重率"記載标准图(叶銹可以参考);
(下)小麦条銹病"严重率"記載标准图。

在使用上述标准图时可在卡片上預先描繪或印好, 将病叶分段与图比較,求出平均値,即为一張叶片上的銹病严重率。

"普遍率"指田間銹病发病的普遍程度。通常用病叶占样本范圍内总叶数的百分比来表示。如田間发病很不普遍时,也可用病株占总株数的百分比来表示。但須注明所用为病株百分率。

以上三种标准的应用, 依試驗及記录的性質而定。例如确定品种的抵抗或是感染,除根据其"反应型"外,还应参考其"严重率"

的記載。因为有些品种尽管孢子堆发生得很大，但孢子堆的数量很少，可能属于形态上的抵抗。

在进行大量材料的抗病性檢定时，或調查大面积内不同品种的发病情况时，可以根据"严重率"及"普遍率"。将"严重率"和"普遍率"相乘，得出的数值即可互相比較。

銹病发生的早晚和发展的快慢对于小麦的影响不同。因此，在生长期間記載一次是不够的。一般可于冬小麦返青后或春小麦播种后即随时注意发病的开始日期。在这以后2—3周作第1次記載，在开花至乳熟初期記第2次，叶片开始枯干前記第3次。

小麦品种与病原菌生理小种的关系 馬蒙托娃用銹病菌夏孢子接种在抗病小麦品种高尔基佛美上，連續五代以后，发現該病菌对于这一品种的感染力逐漸增加，証明了由于病菌的后代同化了不同的代謝产物，而产生遺傳性的变异。据苏联材料，用純粹的銹菌长期和植物接触（十五年或十五年以上），可以导致新的生理小种的产生。

在很多情形下，某些品种对于某种寄生菌的某一个生理小种有抵抗性，同时，也有一些品种，对于很多生理小种却都有抵抗性，例如小麦品种"哈系4485"对于杆銹菌生理小种34号和21号都能抵抗；品种"哈系4385"对于杆銹菌生理小种34号感染而对于21号則能抵抗；品种"哈系3197"对于34号能抵抗而对于21号則感染，品种"克华"对于34号和21号都感染。

同时，小麦品种对于銹病的抵抗性，不仅和病菌的不同生理小种有关，环境条件对于寄主和病原間的关系也是决定性的因素。常常遇到某些品种在一个地区是有抵抗力的，但在推广到其他地区之后，便发生了严重的罹病現象。产生这种現象的原因，不只是因为这些品种对其他生理小种沒有抵抗性，也可能是由于这些类

型和品种在新的外界条件下，降低了它对同一种生理小种的抵抗性的緣故。例如小麦品种“民主”号对于叶銹病生理小种 123 号在 25°C 以下为感病。相反地“娄路斯”号在 15°C 以下为抗病，在 25°C以下为感病。

以上所述显示出，不但植物的抗病性由于外界条件的影响可发生变异，病菌的致病性由于同样的原因也可以发生变异。因此，为了育成对于各种病害具有抵抗力的品种，应当經常地进行选种工作。品种的抗病性与植物栽培条件有密切的关系，所以在进行选种工作时，必須特别注意各种类型和品种因为生活条件或栽培方法的不同而产生变异性問題。要完成这个任务，必須与遺傳选种、作物栽培以及土壤肥料等有关方面緊密結合。

5. 小麦銹病防治要点

銹病的防治，以选用抗病品种为基本环节。此外，栽培管理、化学保护及組織措施等諸方面的防治环节，也不容忽視。

(1) 选用抗病品种，詳見各該病害专节。品种除須抗銹病外，还須兼抗当地其他重要病害，并須具备栽培上的优良特性。各地区的品种所具优点不一。同一品种在各地区的表現也不一致。关于我国現有优良品种在各地区的表現，已由中央农业部粮食生产总局汇編为“小麦优良品种”。可以参考。

(2)合理的栽培方法:

(一)适期播种:冬麦过早播种，接受外来孢子的感染較多，这种病苗上的病菌，在越冬后成为次年发病的病菌来源，惟亦不宜太迟，太迟則延迟成熟期，在次年銹病侵染时正值小麦发育前期，损害亦重。所以过早过迟都不相宜，应掌握当地情况适期播种。

(二)播种量:密植的小麦，銹病有減輕趋势，苏联試驗結果(距离 10×10 至 30×40 厘米的小麦点播观察)，距离二倍时銹病增加

到150%，三倍时增加到800%。

（三）耙地：早春耙地可以把冬麦枯干叶片及带病半枯叶片耙去，减少病菌来源，并可疏松土壤，保持土壤水分。同时，因为土壤水分蒸发量少，所以也减少了地面上的空气湿度。另外还可以加强土壤細菌活动，也有利于小麦的生长之恢复。

（四）施肥：小麦品种在有廐肥地段比不施肥地段的銹病率为低。其比例为17:53，凡三倍。1953年北京試驗，春季追施硫酸銨的麦田，銹病的发病率虽高，但产量則較高。大部分土地在增施氮肥后，必仍起增产效果，不必因怕銹病而有所顧慮。但在少数丰产田可在肥料施用上加以合理調整。麦田多施鉀肥，可以有助于抗病。

（五）灌水：罹銹病的小麦植株发生反常的大量蒸发现象，使麦叶提早枯干，是减产的重要原因。苏联雅基娜报告，染銹病的植株比健株的蒸发量多20—60%，严重发病者多200—300%。在銹病未发或将发时，若雨量已能充分供应小麦需要，可以不澆水或少澆。若銹病已經大发生，則小麦需要蒸发大量的水分，必須酌量灌水，以减少損失。

（3）轉主寄主、杂草寄主和野生麦苗的鏟除：轉主寄主如小蘗对于杆銹病不但供应了銹孢子的来源，而且增加了病原菌由于有性杂交而产生新类型的可能性（病原菌在小蘗上进行有性生殖）。我国各地区的小蘗种类及其与銹病的关系，尙待調查，应在調查明确后，考虑措施。至于甘、青等地田間的野生麦苗为銹病越夏的所在，已經調查証明。必須随时犁除。各地田边的杂草往往可能为銹病的有关寄主，也应勤除。

（4）药剂防治：石灰硫黃（0.5度波美）液对于防治小麦銹病有肯定的效果，但須掌握适当的噴布时間。在抽穗以前就要噴布，須

噴得周密，連續二至三次，每次間隔 7—10 天。

6. 其他麦类作物的銹病

1. 大麦叶銹病

大麦有三种銹病：杆銹病、条銹病及叶銹病，其中以叶銹病較为重要。它在我国分布頗广，我国学者在南京、杭州、公主岭、广州、北京及广西等处均有采集記录。

夏孢子堆在大麦上主要发生于叶片正面，呈小点状，檸檬色，不似条銹病之作条状排列而系散漫地着生。冬孢子堆发生于后期，出現在叶鞘上，由表皮复盖，黑色，小而聚生。

病原菌 *Puccinia anomala* 的轉主寄生特性在 1914 年便为俄国学者所发現，其后在欧美均証实山慈姑属植物（*Ornithogalum* spp.）为其轉主寄主。在苏联有大叶山慈姑（*Ornithogalum pyrenaicum*）的地区，大麦叶銹病往往发展較剧。它在大麦上产生夏孢子和冬孢子阶段而于轉主寄主上产生性孢子和銹孢子阶段。但在沒有轉主寄主的地区，病菌能用夏孢子阶段在大麦上重复繁殖。銹孢子阶段在侵染循环中并不是絕对必需的。在冬麦区，它能在秋季入侵冬大麦幼苗，而于一定条件下在冬大麦幼苗上越冬，在春大麦的野生麦苗上也能保存菌种。

夏孢子近球形或长圓形，有微刺，黄色，直徑約 22 微米。冬孢子长圓形，棱状至棒状，頂部圓形或斜圓錐形，褐色，尺度約为 20—25×40—52 微米，柄短而色淡。冬孢子基本上为双細胞，但有多量的单胞冬孢子，为本菌之特点。

夏孢子萌发的最适溫度約 11—17°C，在 19°C 时萌芽大为減少，23°C 即极少萌发(Brown, A. M. and Newton, 1930)。

大麦叶銹病的防治途徑基本上与小麦叶銹病相同。

2. 燕麦冠銹病

燕麦冠銹病在我国分布甚广。除燕麦产区内常有发生外，其他如公主岭、江苏、广西及北京等处亦有采集記录。除燕麦外还能侵害若干种禾本科杂草，但不能侵害小麦及黑麦。我国杂草上发現冠銹病者計有剪股颖属(*Agrostis* sp.)、雀麦属(*Bromus* sp.)、野青茅(*Deyeuxia sylvatica*)、甜茅(*Glyceric aguatica*)、光稃香草*Hierochloa glabra*)、多花黑麦草(*Lolium multiflorum*)、拂子茅属(*Calamagrostis* sp.)及短柄草属(*Brachypodium* sp.)等种。

在燕麦上产生橙黄色夏孢子堆，多出現于叶片及叶鞘上，有时亦出現于莖秆及穗上。在叶片上有时能联結成不規則的橙黄色大斑。后期产生黑色的冬孢子堆。受病的植株易于倒伏，且提早黄去。

燕麦冠銹病菌(*Puccinia coronata*)的轉主寄主为鼠李属的若干野生植物。我国除在鼠李属的 *Rhamnus cruenatus*、*R. globosus*、*R. parviflorus* 及 *R. utilis* 上采到其銹孢子阶段外，并有在鼠李科的銅錢树属(如 *Paliurus hamsleyanus*)、長叶綠柴属(如 *Rhamnella obovalis*)及勾儿茶属(*Berchemia* sp.)等植物上采得銹孢子阶段之記录。

夏孢子堆圓形至长圓形，表皮破裂时不翻轉。夏孢子为球状至卵状，表面有刺状突起，淡橘黄色，有发芽孔3—4枚，分布不規則。冬孢子堆常发生于夏孢子的周圍，成为黑色的一圈，但系分别发生；在叶鞘上者形成长条状黑褐色斑点。冬孢子堆由表皮复盖。冬孢子双細胞，在隔膜处略微縊束。頂部膜厚，有角状突起若干个，使成皇冠形，故名冠銹病。

在鼠李上者为性孢子及銹孢子阶段。銹孢子近球形，淡橙黄色，胞膜有微瘤状突起。

夏孢子暴露于−2.8°C至5.6°C的寒冷环境下22天即失去生

活力，在上述温度下如加以复盖亦只能存活 44 天(Hoerner,1922)。因此，夏孢子在寒冷的冬季情况下很难越冬。冬孢子需要經过休眠期并經过冬寒的冻結及解冻等鍛炼始能萌发。因此，冬孢子阶段是有利于越冬的。經过冬孢子阶段保存着菌种，它在翌春再侵染鼠李而产生銹孢子，供給侵染燕麦的菌源。通常在燕麦上沒有苗期侵染而且发生得相当晚，甚至在接近抽穗时始行发病，此为本病的特点。在燕麦上，夏孢子世代进行再侵染，但由于发病較迟，而每次潜育期約需 7—14 天，故再侵染的次数不多。夏孢子萌发的最适温度为 18°C，最低 7°C，最高 32°C。发病的最适温度在 18—21°C，高于 36°C卽无感染。在温度不过高而潮湿的环境下发病較重。

鏟除轉主寄主及种植抗病品种为防治的主要环节。余同小麦杆銹病。

3. 黑麦赤銹病(叶銹病)

黑麦赤銹病亦名叶銹病，曾在东北发現。症状与小麦叶銹病同。病原菌 *Puccinia dispersa* 的轉主寄主为牛舌草属的一些种植物 (*Anchusa* spp.)，在欧洲 1866 年卽經証明其与此病的联系 (De Bary)。惟此菌并非普遍依恃銹孢子阶段以完成其发育循环。夏孢子阶段能以越冬。它也能够在秋季侵染冬黑麦的幼苗而以菌絲越冬。轉主寄主在我国尙无发現。該病的防治途徑基本上和小麦叶銹病相同。

第三节　小麦赤霉病

小麦赤霉病主要发生于比較潮湿的麦区。我国淮河以南及长江流域的冬麦区受害較重。东北春麦区在多雨的年份亦有发生。华

北及西北极少此病。在我国南方冬麦区，小麦赤霉病的重要性仅次于黑穗病和銹病。此病1936—1939年在长江下游一带，1951—1952年在华中及华东，1954年在江浙一带均曾严重为害。例如1952年在苏南地区发病率达10—100%，惟因受病麦穗有时并非全部枯毁，故发病率并不等于损失率。例如該年苏南小麦的损失約占产額的20%。

赤霉病菌有广泛的寄主范圍，除小麦外，还能侵染大麦、玉米、燕麦、黑麦、水稻、高粱、小米等禾本科作物以及一些禾本科杂草。根据人工接种結果，其寄主范圍涉及15科36属植物，包括豆类、馬鈴薯、甘薯、瓜类、番茄、向日葵等作物。

病害各阶段的症状和对于作物的影响　由于病原菌能在小麦的不同发育阶段分别入侵，故有苗枯、穗枯及基腐等症状，发生于不同时期及不同的器官上。

1. 穗枯：　在小麦开花或开花以后的时期內发生穗枯，如遇連綿阴雨，田間温度較高而湿度甚大，对于病害的发展极为有利。病穗的局部小穗或全穗均可受侵发病。病部的穎片先呈現淡褐色水漬状病斑，漸扩大至所在的小穗全部。病組織上常生有淡水紅色菌絲体，将穎片粘結成片。不久，菌絲体变为赭紅色，并着生分生孢子。穎片边緣和基部的紅色較深。有病的小穗很早就失去綠色而成草黄色，与邻接的健全小穗相比較，非常显著。往往是穗的上部各小穗变黄，有时系在中部或下部有少数小穗变黄，但严重时也能全穗变黄。在发病后期，病部出現黑色粒状体，常連結成块如疮痂状，这是病原菌的子囊壳（图7, A）。

有病的小穗所产麦粒常不飽滿，甚至皺縮干癟。有时癟粒的外表生有紅色菌絲体；有时虽无明显的菌絲体，但已失去固有的色澤而呈現晦暗的灰色（图7, C）。有时种子虽然略小，但外表顏色正



图 7. 小麦赤霉病:

A. 病穗; *B*. 病穎; *C*. 病种子; *D*. 健全种子; *E*. 病原菌; *1*. 子囊壳纵剖面; *2*. 子囊及子囊孢子; *3*. 分生孢子; (E. Owens。A, B, C, D. 作者原图)。

常。有病小穗所产麦粒大都受到程度不同的侵染。菌絲有时仅穿入果皮或种皮組織中；有时能深入糊粉层。当菌絲深入胚乳时，淀粉粒受到破坏，因而使麦粒瘪縮。至于胚部受到深入侵染，則种子的萌芽力便会受到損失。麦粒之是否含菌菌絲体，并不能从外表作准确的診断。用分离培养或萌芽檢査法才能获致比較精密的檢驗結果。

病穗上受病小穗多寡不同，所以病穗产量的損失并不一致。例如江苏稻作試驗場測驗“2905号”小麦品种之結果，当年田間麦穗发病率为 95.2 %。其中輕病穗(小穗$\frac{1}{4}$以下受病者)占 23.5 %；半病穗($\frac{1}{2}$以下受病者)占 15.5 %；重病穗(小穗$\frac{3}{4}$以下受病者)占 22.7 %；全病穗(小穗$\frac{3}{4}$以上受病者)占 38.3 %。麦粒重量依上述受病麦穗而不同。輕病者每百穗麦粒重量为 113 克，半病者为73克，重病者为 48 克，全病者为 45 克。

关于病麦含有毒質的問題，伏魯宁(Воронин, 1890)曾报告，赤霉病与“迷醉面包”有关。納烏莫夫指出，菌絲侵入糊粉层后，分解麦粒所含的蛋白質，并产生氨和特有的毒質，乃是病麦含毒的原因。人畜食用大麦的病粒后有中毒嘔吐现象，但小麦的病粒并不經常具有毒性。毒性是因为寄主受侵染后产生一种有毒的植物硷所致，病菌本身并无毒質。

病麦如作为种子使用，常引起苗期病害。

2. 苗枯：受病麦穗所产种子既受到菌絲的侵入，在播种以后，或則因胚部受到严重侵染而失去发芽力，或則虽能萌芽而于出土以前即行枯死，形成田間缺苗现象。如由土內掘出，予以檢査，就能見到种子上着生紅色的菌絲体，初生根系及芽鞘变褐和腐烂。受

病較輕的种子在播种后虽能萌发出土，但由于芽鞘很早便已受到菌絲的侵入，常呈現淡褐色或赤褐色水漬状腐烂。在田間条件不利于麦苗生长而有利于病原扩展的情况下，腐烂深入根冠下部，导致麦苗枯死，或減弱植株生长势。

3. 基腐：基腐发生于植株将近成熟的阶段，由于根部和莖基組織受到侵染和腐烂，以致植株枯死。用手扯动植株时，莖杆卽从腐烂处断脫，断口显現褐色腐烂組織，粘有土壤和菌絲。

病原菌及其生物学特性 导致小麦赤霉病的病原菌为鐮刀菌属(*Fusarium*)的某些种眞菌。在我国长江流域以 *Fusarium voseum* f. *cerealis*(Cke)Snyder & Hansen 为最主要的致病菌。它在麦穗上除产生磚紅色的菌絲体和分生孢子阶段外，并常生出黑色疮痂状的子囊壳。由于它的子囊阶段已經确定，按分类学应采用子囊阶段 *Gibberella roseum* f. *cerealis*(Cke)Snyder & Hansen(=*G. saubinettll*=*G. zeae*) 的名称。此外，在病穗和病苗上也分离到鐮刀菌属的另一些菌种，如 *F. culmorum* 及 *F. avenaceum* 等。

G. roseum f. *cereaalis* (Cke)Snyder & Hansen 的大分生孢子为鐮刀形至紡錘形，微弯曲，两端漸尖，頂端鈍或收縮，基端有脚状胞。大分生孢子有隔膜 3—5，亦有 1—2 个或 6—9 个隔膜者，但較少見。3 隔膜之孢子尺度 3—6×25—66 微米，5 隔膜者 3.2—6.0×28—72 微米。小分生孢子极少或缺，此菌缺少厚垣孢子。

子囊壳散布于病組織或菌落表面，半埋于菌絲体內，頂部附近有瘤状突起，紫黑色至深藍色，卵状至准圓錐状。由于子囊壳成熟程度不一，形状及大小頗有差异，尺度約 100—250×150—300 微米。子囊无色，紡錘状，基端漸尖，內含子囊孢子 8 枚。子囊尺度 8—15×37—84 微米。子囊孢子紡錘形，微弯，大多数为 3 隔膜，偶

有2隔膜者，尺度約3—6×16—33微米。作螺旋状成为一行至二行排列于子囊内(图7,E)。

在形态上此病菌与*F. culmorum*及*F. avenaceum*的区别主要在于它沒有厚垣孢子，而其他两种均有之。它有子囊阶段，而其他两种的子囊时期均尙未发現。至于*F. culmorum*与*F. avenaceum*的区别主要是它們的分生孢子形状和尺度均有不同。前者的大分生孢子粗短(30—50×4.8—7.5微米)，后者細长(45—66×3.1—4.1微米)。

从营养习性的角度来看，小麦赤霉病菌乃是腐生性很强的兼寄生菌。它能腐生在田間殘余病組織里。在冬小麦收获以后，病菌能在殘余病組織里作为腐生菌而継續发展。夏季的土温如不高于20°至25°C，則仍适合它的生长。冬季的土壤温度如不低于－20°C，它是能以潛伏着并保存其生活力的。在田間环境条件不利于麦苗而有利于病菌的发育时，对于荏弱的麦苗来說，来自土壤的侵染是很重要的。

赤霉病菌的腐生习性还表現在継續为害于收获和儲藏中的谷物。带菌的麦穗在潮湿的麦垛中，或带菌的种子在湿度超过儲藏标准的麦囤中，所带的菌絲和孢子均能継續萌发和发展，并蔓延侵染，导致霉烂和損失。

赤霉病菌具有广泛的寄主范圍。夏季作物中如玉米、高粱、小米、水稻等皆能受到侵染。当这些作物被用来和冬小麦連作时，可能更增加了病原菌为害的范圍，并且也增加了田間殘余病組織的积蓄量。尤其在玉米和小麦互相連作的地区，这种互相关联的情况是値得注意的。甚至有人报告，玉米秆上形成的赤霉病菌子囊孢子为冬小麦侵染来源之一。

赤霉病菌的另一特点为在寄主上形成子囊壳。在长江流域，冬

麦收割后不久卽能在殘余病組織上形成子囊孢子，幷在适宜的溫度湿度条件下萌发。子囊时期能耐低温，其存活期在一年以上。在室內条件下，它能維持更久的寿命。子囊时期在我国長江流域常发生于秋季以及春季 4—5 月間。

根据現有的資料，小麦赤霉病的病菌来源是多方面的。带病的种籽和殘余病組織均为病菌的来源。病源菌可用菌絲、分生孢子或子囊孢子在上述的基物上渡过不良的环境。侵染幼苗的菌源主要来自带菌的种子，但在土壤带菌的情况下，来自土壤的侵染亦属不容忽視。侵染植株基部的菌源主要来自田間殘余病組織。侵染麦穗的菌源主要为土壤及殘余病組織上所生的子囊孢子或分生孢子。它們經由风雨冲濺幷傳播到麦穗上去。麦穗侵染后发病。病穗上継續产生的分生孢子又成为田間再侵染的主要来源。

病害各阶段的侵染与环境条件之关系 环境条件与苗期和穗期赤霉病的发生发展都有密切的关系。赤霉病菌不但具有如上所指出的极广泛的潜伏处所，幷且也适应于广闊的温度范圍。菌絲体在 3°C 的低温內卽能生長，而以 30°C 为最适，33°C 为最高溫度。分生孢子在 4°C 卽能萌发，28°C 为最适宜。子囊孢子在 8°C 卽能萌发，以 30°C 为最适宜。32°C 为分生孢子及子囊孢子能以萌发的最高溫度（納烏莫夫，1916）。病菌旣能在如此广闊的溫度条件下（最低 3—8°，最高 32—33°C）生長和发育，不难理解，在整个小麦生長期間，除去冬季以外，大部分均处于允許病原菌活动的范圍之內。但是，除溫度以外，还有其他影响发病的因素。例如湿度也具有重要影响。尤其重要的是寄主本身的情况。在考慮环境条件与发病之关系时，不能单純以病原菌所需的条件为依据，还应考慮在寄主植物不同发育阶段中所受不同条件之影响。例如对于小麦和玉米的苗期侵染中，幼苗的健康状况便很重要。小麦为低温作

物，在12—16°C的温度中，最适于麦苗的生长。赤霉病菌则以24—28°C为最适温度。在土温适合于麦苗时虽有菌絲接近于根部，苗枯亦少发生。但如土温为16—24°C，苗枯发生为最烈。同时，湿度的关系也很重要。在土壤湿度最低之际（含水量30%），小麦幼苗的代謝作用已不正常，无論温度高低，苗枯均烈。湿度适当时（含水量40—50%）此项趋势卽不存在。玉米为高温作物，生长最适温度为24°至28°C，在低土温中（8°C），玉米幼苗受到赤霉病菌的侵染而发生苗枯症。当土温为12—16°C之际，玉米苗枯发生最多而小麦苗枯甚少。反之，在14—16°C中，小麦苗枯最多而玉米苗枯較少。在24°C以上，小麦苗枯仍有发生而玉米极少发病。土壤湿度对于玉米幼苗的生长亦有关系，在土壤干燥时（含水量30%），玉米幼苗生長亦不正常，在此种情况下无論温度高低，苗枯均易于发生。

在田間情况下，影响小麦健康的因素很多，除土壤的温度湿度条件外，耕作技术也有很大的关系。例如播种太深，排水不良，肥料配合不恰当等，都能导致莖基組織的柔嫩，以致遭受赤霉病菌和其他鐮刀菌类的侵染，引起莖秆基部的腐烂。

赤霉病引起最大的损失在于穗期的侵染。穗枯症导源于局部侵染。发生穗枯症的植株在前期不一定曾經发生过苗枯。菌絲虽然能从根部入侵，但冠下节的菌絲向根冠以上发展很少能达到二至三节以上，幷不能蔓延至穗部。惟枯死的幼苗和田間殘余病組織都能产生分生孢子。它們經由风雨傳播，落在穗上后萌发入侵。关于病菌入侵的途徑，目前尙无一致的意見。它常在开花后先在花葯上腐生，接着便蔓延到小穗上的花器中。田間观察和試驗都証明小麦在开花期以后以至糊熟期对于此病都易于感染，幷且愈接近糊熟期則感染率愈高。至于麦穗之全部发病或局部小穗发病

则依侵入点的多寡而定。穗枯症既导源于局部侵染，这一阶段的田間气候条件对于侵染乃具有极大的影响。当温度为 20—28°C，配合以較高的湿度时，容易誘致侵染和发病，尤以温度在21—26°C而大气相对湿度在 80—100 %时最适于发病。在接种試驗中，气温 25°C 时比 15°C 发病率为高。接种时并須保持接近飽和的湿度24—48 小时。在田間情况下，小麦开花以后如遇温暖悶湿而常有小雨的气候，常常导致穗枯症的流行。

防治途徑　小麦赤霉病的特点在于病菌的来源很多，而且侵染发生于寄主的不同阶段。环境条件，尤其是气候因素对于病害的发生具有很大的影响。根据这些特点，这个病害的防治并不是簡單地抓住某些环节所能奏效。而是要求从不同的环节注意防治，以收綜合防除的效果。根据現有材料提出其主要途徑如下:

为了减少苗期发病，并且間接地减少穗期侵染的菌源，播种材料的处理和田間耕作措施乃是最重要的环节。由于菌絲有时深入种子內部，很难从外表予以檢查。最积极的处理方式在于选留无病种子。在国营农場和人民公社的条件下，布置留种地。事先在田間选收无病健穗留作留种区的原始种子。經过消毒后在区內繁殖。作为大田播种材料。

为了保証大田播种材料的清淨，用盐水漂种法淘去質量較輕的种子，是去除病籽的方法之一。因为病籽的分量較輕，以 20—30 %的盐水（比重約为 1. 16）可以漂去大部分的劣質种子及病籽。此外，在条件許可的情况下，也可用賽力散（种子量的 0. 2%）拌种。漂种后再用药剂拌种可以收到更好的效果，惟必須晾干后拌药，以免引起药害。

麦田的深耕不仅可以将殘余病組織翻埋于土层深处，以促进其腐烂并减少病原菌的傳播，而且也有利于根系的发育，相应地增

强植株的生長势，有利于抵抗侵染。在准备麦田播种的同时，还須注意施用基肥，并調整排水系統，以利麦苗之发育。

播种的时間不宜过早，以免冬季生长过旺导致冻寒和因而发生的侵染。播种的最适时期須根据当地的自然条件和不同品种而定。播种不宜过深，以免稽迟麦苗出土，避免不必要的幼苗侵染。在有撒播习惯的地区，为了便于麦田的中耕除草，宜改用条播。

麦田的管理和穗期赤霉之关系主要在于人为地調整田間条件。例如排水、中耕、去除杂草乃系通风和减低田間湿度的措施。而充分的湿度乃是穗期发病的重要条件之一。至于施用追肥乃系培育健壮植株所需要，但必須提早施用。氮、磷、鉀三要素的配合非常重要，其作用在于避免延迟成熟和倒伏。因为延迟成熟会导致更多的侵染，倒伏則麦穗接近土面，都能招致来自土壤的侵染。

收获期还須避免麦穗和麦粒的霉烂。宜在晴朗干燥的气候下收割，防止麦穗过潮而在堆积中菌絲繼續发展。脫粒后須晒干方能儲藏。仓庫中的麦粒湿度不能高于12—14％。

小麦品种对于赤霉病的感染性頗有差別。根据我国过去的記录，新品种在扩大推广的过程中，在有些地区，其感染率往往較当地品种为高。現有的推广品种中如“2905”、“2419”、“玉皮”、“矮立多”等常常严重地感染病害。例如1952年“2905”号小麦在苏北发病率达50％，而农家品种如仪征光头麦、芒麦及大黄皮等发病率仅为2.4％—5.8％。惟农家品种的品質和产量均較差，故仍須爭取育成并推广良种。在新品种推广之前，須进行区域試驗，以測定其适应范圍和赤霉病感染情况，作为推广的根据。

华东杂交品系“5201”及“5204”发病輕微，并有抗条銹病及丰产、早熟等优良表現，为比較有希望的材料。

第四节 小麦綫虫病(附小麦蜜穗病)

小麦綫虫病是我国分布較广的小麦病害之一。病原綫虫将麦粒轉变为虫瘿，随着麦种被傳播开来。因此，这个病害不仅成为一个独特的病害类型，并且也是种子傳播病害的典型。例如黑龙江省1949年在两个县里发現小麦綫虫病，1950年扩大到7县，1951年扩大到15县。我国发生綫虫病最严重的地区为淮河流域麦区，以安徽和江苏北部、河南的东南部为中心。至于山东及河北省的中部，也是可注意的重病地区。此外，在长江流域和西北、华北的冬麦区以及西北和东北的春麦区也有点片的病区。全国有354个县已发現此病，分布于24省。据估計抗日战爭前我国由于綫虫病而损失的小麦每年約6亿斤。目前小麦綫虫病已被列为定期消灭的十大病虫害之一。并且也是局部地区的对內檢疫对象。

这个病害的发生和发展乃是和病原綫虫的发育阶段相联系着的。尽管它的生活和繁殖方式不同于眞菌，毕竟也是一种寄生物。它的发展不仅与环境条件有关，而且也和小麦的生长发育息息相关。此外，小麦綫虫还导致另一些病原物的侵染。小麦蜜穗病便是其中最重要的一种。

1743年，小麦綫虫病最初在欧洲受到注意(Needham, 1743)，1775—1776年若佛芮蒂氏(Roffredi)首先将病瘿与病害的关系作了研究。至于病原綫虫的发育史是在1857年由戴凡尼氏(Davine)研究明确的。我国的小麦綫虫病系于1915年在南京发現。朱凤美創制的綫虫瘿汰除器在防治上具有实用的价值。对于綫虫与小麦蜜穗病的关系我国学者也系統地作了研究。

病害的发展阶段和症状 小麦綫虫在小麦幼苗期便已入侵，

但一直是以幼虫在生长点附近用体外寄生方式跟随发展。当穗原基形成花序时，才侵入花器內部，以体內寄生方式刺激寄生組織，形成癭瘤。

麦苗最易遭受入侵的时期系在芽鞘綻开而茎部开始上长之际，也就是生长点还貼近基部之时。因此，在冬小麦播种后的一两周以內便可能受到侵入。幼虫对于麦苗的侵入不是向着根部进行，而是向着幼芽前进。这样，它們便可以找到麦苗生长点并附着在那里过着体外寄生的生活。它們随同麦苗向上发展。在这个过程中，植株所表現的症状依受侵的严重程度和品种而不同。最严重的情况可使麦苗生长停滞甚至枯死。在一般情况下，如有大量幼虫包圍了生长点，則由于它們的刺激能使新生的叶片表現畸形发展(图 8, A)。例如：叶片縐縮，扭屈，并且常常有叶尖夹在鞘內而作卷曲生长的現象；新叶被卷曲的老叶所阻碍以致成为拳曲的一团；甚至有时侵入叶片組織內部而形成叶部癭瘤，但这是极少見的。茎秆肥肿，节部澎大和在不同的节部弯曲发展呈之字形，乃是常見的現象。以上症状在分蘖期以后逐漸明显，而于抽穗期表現得更显著。严重发病的植株可能抽不出穗来。有些品种在抽穗期以前可能不表現症状，而于抽穗后形成大量虫癭。

虫癭的形成标志着花器对于綫虫的体內寄生阶段之反应。子房被侵入后固可轉变为虫癭，邻近的組織如雄蕊、种皮或两者之間的組織，甚至未分化的花芽，被侵入后亦可形成虫癭。虫癭起初为青綠色，相当肥大，成熟后轉变为紫褐色，干縮后体积較麦粒为小，比重亦較輕。它是很容易与麦粒相区别的(图 8, C, D)。虫癭的外形虽与小麦腥黑穗病的病癭相似，但它內部所含的为白色棉絮状的綫虫而不是黑粉，并且不易压碎。

由于虫癭的形成，病穗的外形也有所改变。虫癭未干縮之前



图 8. 小麦綫虫病:

A. 病株; *B*. 病穗; *C*. 健全种子; *D*. 虫瘿; *E*, *F*. 病原綫虫; *E*. 雄虫; *F*. 雌虫; *1*. 吻針; *2*. 前食道球; *3*. 食道; *4*. 后食道球; *5*. 消化系統; *6*. 生殖系統; *7*. 雄虫交接刺或雌虫阴門; *8*. 肛門; *9*. 尾; *10*. 雄虫抱片。(*E*, *F*. 仿 Byars; *A*, *B*, *C*, *D*. 作者原图)。

体积肥大，小穗的内外穎被挤而張开，露出癭粒（图 8, B）。在有芒的品种，麦芒作鈍角横出，情形更为明显。病穗的麦粒常常全部变成虫癭，但有时也能保有一部分健粒。病穗的穗形較短，綠色較一般麦穗为深，轉黃亦較迟。

病原綫虫及其发育阶段　小麦綫虫 *Anguina tritici*（异名 *Tylenchus tritici* 或 *Anguillulina tritici*）有卵、幼虫及成虫阶段。

卵为長圓形，尺度約 85×38 微米（可能达到 130—140×33—63 微米）。外被透明韌性的卵壳，中有半透明均匀的原生質及明亮的圓形卵核。孵化时所形成的幼虫先蟠曲于卵壳內，然后穿破卵壳蠕游出壳。

幼虫分为前后两阶段，前期幼虫較小，蠕虫状，尺度約500×12微米，透明柔弱，不耐干燥。脫皮一次或数次进入后期阶段。后期幼虫較大，尺度約800—950×15—20微米，前端鈍圓，尾端略尖，渐停止活动进入休眠状态，能抵抗干燥。它能在癭內存活数年，最久可达 10 年。幼虫的食道显著易見，腸壁富有脂肪球。在腹面居中处有生殖器的原組織，系由小群細胞所組成。

雌性成虫从綠色虫癭內挑出时大都鬈曲如时鈡发条状，固定后亦保持原状而不伸直（图 8, F），長約 3—5 毫米，寬約 0.1—0.2 毫米，两端尖銳。它的消化系統发达，食道長約 0.15—0.2 毫米。吻針在食道前端，如矛头状，長約 10 微米。食道上有食道球及三个食道腺，并有相当寬的腸部。它的生殖系統系由一根很复杂的管道組成，阴門显著，有圓形的阴唇；阴道很短，导向子宮，其內充滿卵子；再后为曲折的卵巢。每一雌虫能产卵 2,000—2,500 枚。

雄虫長度約 2—2.5 毫米，寬約 0.07—0.1 毫米，蠕虫状，两端尖，外膜有横紋（图 8, E）。它的吻針和食道組織基本上和雌虫相似。生殖系統为弯曲的管状，下接交接刺二，交接刺的背面有薄

片状引带。雄虫的尾末有角质膜膨大成翅状抱片。

小麦綫虫基本上为依賴普通小麦而生活的寄生性綫虫，但在自然情况下有时也能侵害斯卑尔脫小麦(*Triticum spelta*)。在人工接种中能侵害斯卑尔脫小麦、二粒小麦(*T. dicoccum*)和黑麦等。至于大麦及燕麦則甚为抗病。

生物学特性　小麦綫虫以虫癭为进行繁殖的場所，当幼虫侵入小麦的花器組織內部时，植物受到刺激，形成虫癭。这时，幼虫在癭內轉变为成虫 7—8 条，最多約达 25 条，雌雄各約居半数。在交配以后，雌虫大量产卵。当虫癭还在綠色的时候，卵已孵化为前期幼虫。一癭之內約含有幼虫 8,000—25,000 条。綫虫的成虫阶段寿命短暂，但在不长的时間內完成惊人的大量繁殖之任务，这在保存自己的种方面，具有重要的意义。

在虫癭干縮和变为紫褐色之前，內部的幼虫已經脫皮并已成为后期幼虫。它不仅为数众多，而且有頑强的抵抗不良环境之能力。幼虫在癭內休眠的后期能耐干燥。在儲藏条件下，它們能保存生命力达 10 年。在虫癭吸收水分后，幼虫即能苏醒。开始活动以后的幼虫还能在受干以后遇水重行复苏。在重复干湿的变动之后，幼虫能否存活，依其体內儲存养分的消耗多寡而定。体內养分消耗愈多則复活的可能性愈小。休眠期中的幼虫在化学干燥皿中能經两个月而不死。如温度变动不大，将幼虫浸在无菌水內五个月亦不致死亡。

休眠中的幼虫不仅能抗干湿，并且能耐低温。在 −15°C 至 −18°C 的低温內处理 5 小时，它們仍能在冰內生存。在干燥状况下，虫癭里的幼虫耐温力亦强。在 58°C 处理 5—20 分鐘并不至于将幼虫全部杀死。惟若将虫癭預浸于水中一小时，然后用热水处理，則在 52°C 中 20 分鐘即全部杀死。

潜伏于虫瘿内的幼虫对于化学药剂具有頑强的抵抗能力。在1:80至1:100的甲醛內浸虫瘿4小时，对于幼虫并无作用。須用1:50的濃度方能将其全部杀死，但并无实用价值。

潜伏在虫瘿內的幼虫旣具备上述頑强特性，同时，虫瘿所在的位置也有利于傳布。当收割麦穗及进行脫粒时，虫瘿乃混入麦种之間。在一般的儲藏条件下，麦种間的虫瘿是不难保存其幼虫的存活能力的。在播种时，虫瘿随同进入麦田。吸收水分后，幼虫卽开始活动，破瘿而出。幼虫在土壤內的活动半徑約为20—30厘米。在一般的播种密度下，幼虫不难遇到适当寄主。幼虫系在麦苗芽鞘开展期間入侵。当土温为12—16°C时侵入較多。在收割时，穗上一部分虫瘿可能落入田間。在土壤湿度較大，温度变化較剧的情况下，瘿內幼虫虽可能进入土壤。但由于不能获得寄主，随着体內儲藏的养分之消耗，其存活頗受限制。在土壤較为干燥的情况下，綫虫在土壤內存活期較长。但对于下一季的小麦秋苗来說，这种侵染来源远不如随同种籽而来的虫瘿之重要。在南方水田区，落在土壤內的虫瘿在田間泡水的情况下不易长期保存其幼虫生活力。

当虫瘿通过馬、羊、猪、鸡等动物的消化系統时幼虫可能死亡，但对于另一些家畜是否完全如此，尙有进行試驗之必要。厩肥內是否有存活的幼虫，則依堆制时所用的方法而定。如未經过充分发酵，則仍有傳染的可能。

防治途徑　种子傳播旣为小麦綫虫病的主要問題，因此，保証播种材料的淨洁和去除虫瘿乃是防治的主要环节。

最积极的防治措施在于种子檢疫。这不仅可以防止病区的扩大，并且也是保証一般麦区高額丰产的必要手段。种子繁殖場所必須注意田間檢查、严格去劣和室內檢驗等工作，以保証原始材料之

純洁。人民公社宜結合留种地的設置貫徹保健措施，以保証大田播种材料的凈洁无病。特别是接近病区的地带，人民公社应将小麦綫虫病列为警惕和防范的对象。病区首先須引用无病原始材料以供留种地之用。并对大田播种材料进行檢查和种子处理。

綫虫的虫癭在形状、色澤和重量方面均与麦种不同。因此，在进行檢驗时不难根据这些特点而予以区别。虫癭为圓形，紫褐或黄褐色，較麦粒为短，其千粒重只及麦种的$\frac{1}{7}$，千粒的体积只及麦种的$\frac{1}{4}$。根据这些特点不难利用比重或选剔方法予以去除。目前我国应用的种子处理方法主要有机械选剔和液体淘汰两类。机械汰选法是用綫虫汰除机。这个机械系以內面具有多量的圓形凹孔的傾斜圓筒为其主要部件。圓筒轉动时，麦种經由筒內移动，所含圓形虫癭落于凹孔內，因得将虫癭与麦种分离。手搖式鉄制汰除机的汰癭效率約达99%。液体淘汰法系利用比重予以漂除。虫癭的比重約为0.8125，如用20%的食盐溶液，不仅可汰除虫癭达99%，且可淘去一部分劣質种子。溫湯浸种亦具有杀死綫虫的作用。惟因虫癭內的幼虫系处于休眠状态，抗热能力頗强。須先在冷水內預浸2—6小时使幼虫开始苏醒，抗热能力减弱，然后在52°C的溫水中处理20分鈡或在54°C內15分鈡。过热或时間过长則对于种子的萌发力有損。

此外，病区还应清除麦田殘余病穗和进行深耕以防止殘留田間的虫癭之傳染。厩肥內如杂有殘余病穗及虫癭則必須充分发酵方能施用，以免綫虫存活和傳染。在发病严重的麦田，可考慮輪作。惟輪作須結合种子处理进行才有效果。

小麦綫虫与小麦蜜穗病之关系　小麦蜜穗病在印度、埃及和澳洲均有分布。在我国1936年首次发現于河北定县。抗日战爭期

間在貴州亦有发生。目前所知，在甘肃、河南等地区均有此病发生。病株的新叶卷縮并有膠状菌泌物。病秆常不能抽穗。即使出穗亦常較为瘦小。病穗的全部或一部分小穗不能正常結籽而含有細菌。病穗的穎片外部常复有黄色菌泌物，故称蜜穗病。农村中称之为“鸡蛋黄子”。病原細菌为 *Xanthomonas tritici*。病原細菌系以綫虫为媒介，于麦苗时期进入小麦生长点。据試驗以細菌直接接种并无感染，但以含有細菌的綫虫癭接种，则蜜穗病的发病率达32.9%。这种带菌的虫癭虽經表面消毒，用以接种，其結果发病率仍达20.2%—30.3%。細菌系在虫癭以內，故对虫癭作表面消毒并不足以制止其傳染作用。在用带菌的虫癭接种时，感染細菌的植株必然有綫虫的侵害。这种病原細菌能在虫癭中存活 $2\frac{1}{2}$ 年。

第五节　麦类白粉病

白粉病是最常見的植物病害之一。它的种类很多，为害不同的草本和木本植物。受害植物的病部表面复有白粉状霉层，这是它的特征。这类病害都是由子囊菌白粉菌目（Erysiphales）的眞菌寄生所致。为害禾本科作物的白粉菌属于同一个种，即 *Erysiphe graminis*。禾本科除玉蜀黍族（*Maydeae*）、高粱族（*Andropogoneae*）、黍族（*Paniceae*）、稻族（*Oryzeae*）及結縷草族（*Zoysieae*）等植物外，大都能受其侵染。麦类作物如大麦、小麦、黑麦及燕麦均有此病。在我国以大麦和小麦的白粉病分布較为普遍，而其中大麦白粉病較为重要。山区大麦常因此病而受到損失。

白粉病菌有高度的寄生性和专化性。它只能寄生在活着的寄主組織上，不能从死組織上吸取养分。到目前为止，还沒有找到人工培养白粉菌的方法。所以这是一种典型的純寄生菌（或专寄生

菌)正如其他純寄生菌一样，在長期适应于一定的寄主植物的过程中也建立了高度的专化性。例如小麦上的白粉病菌不能侵染大麦；同样，大麦上的白粉病菌也不能侵染小麦。

症状及对于植物的影响 麦类白粉病的症状特点适如其名称所标志，在病部复有一层白粉状霉层。这种霉层基本上是由菌絲所組成。白粉菌以菌絲在寄主表面扩展，并且从菌絲生出吸器伸入寄主表皮細胞內吸取养分。在菌絲蔓延的同时，随着其成熟的程度，生出直立的分生孢子梗和成串的分生孢子。因此，霉层便呈現粉状。在菌絲体发育的过程中，其霉层的顏色逐漸加深，由白色至灰色以迄污褐色。在发育后期，菌絲体內生出黑色粒状的子囊阶段，卽閉囊果。白粉病的霉层主要出現在叶片正面。有时在叶片背面和叶鞘、莖、秆以及花器等部位亦有发生。

白粉病菌是以局部侵入方式向寄主进襲，不似黑穗病之具有一定的侵入部位和特定的发病部位。但这种局部侵染又不同于銹病。白粉病菌以菌絲在寄主表面扩展，不似銹病菌的局限于侵入点周圍的內层組織。因此，它也不象銹病的产生具体的有一定輪廓的病斑和孢子堆，而是随着菌絲的表层扩展和新的吸器的侵入以扩大其影响的面积。在白粉病菌菌絲复盖下的組織依作物的反应不同而有不同的表現。在比較感病的品种上表現失色或褐色，甚至有局部枯死現象。

病株所受的損害很难作正确的估計。它不象黑穗病的造成产量的直接損失，而是植物在其寄生的影响下，造成間接的亏損。在严重发病的情况下，虽有叶部縐縮，扭屈，畸形，甚至尖梢萎蔫以及使花器的发育受阻，穗部发育不良等現象；但一般并不能导致寄主植物的死亡，而只能造成衰弱的生长势。由于病原物的寄生，寄主組織呼吸亢进，炭水化合物大量地消耗，因而在生理上失去正常的

营养供給，导致籽粒的减小和产量的减低。在經常地营养失調状况下，根系的发育也受到影响。

病原菌的形态及其生物学特性　麦类白粉病菌的分生孢子和子囊孢子阶段都生在同一寄主上。菌絲表生于叶片正面，在背面較少。菌絲以吸器伸入寄主表皮細胞。吸器椭圓形而有指状的分枝。其作用不仅使菌絲固定于叶面而且是一种吸取养分的器官。菌絲上并生有直立的短形分生孢子梗。其頂端有发生細胞，由此向下形成隔膜，产生成串的分生孢子。每一分生孢子梗上約生孢子10—20枚，頂端的孢子最先成熟。分生孢子卵圓形，灰白色，尺度約25—30×8—10微米。在发育后期于菌絲体中产生分散的閉囊果。閉囊果蒼褐色，球状，徑約135—280微米。果外有絲状的附属絲。果内含有子囊9—30枚。子囊为圓筒形或長卵圓形，內有子囊孢子8枚，但有时为4枚。子囊孢子尺度約为20—23×10—13微米。

麦类白粉病菌的越冬方式依各地的自然环境及专化类型而不同。例如在苏联，小麦白粉病菌(*f. tritici*)和大麦白粉菌(*f. hordei*)是在冬麦上以菌絲体越冬的；而杂草上的白粉病菌則并不完全如此，其中早熟禾属(*Poa*)和鵝冠草(*Agropyron*)上(*f. poae*, *f. agropyri*)是以菌絲越冬，在雀麦属(*Bromus*)和鴨茅属(*Dactylis*)上(*f. bromi*, *f. dactytylidis*)則均能以子囊阶段越冬。据高尔連科的研究，在苏联中部及南部，冬小麦白粉病菌一般在五月下半月即已产生閉囊果，七月末即形成子囊孢子。如在八月間获有充分的大气湿度(相对湿度100%)，閉囊果即放出子囊孢子。侵入田間的自生麦苗。但在干燥的情况下，閉囊果即不放出子囊孢子。这样便保存住菌源，待至田間种植的冬小麦出苗时，获有充分的湿度后，再放出子囊孢子侵入冬麦幼苗。在此以后，发展为表生的菌絲，复盖于

寄主病部。最后成为褐色厚密的菌絲层在冬麦植株的下部叶片上越冬。次年再生出分生孢子，形成初次侵染的来源。閉囊果在麦秆上并不能長期留存，落在田土内后冬麦即失去其生活力。一般在次春所能覓得的大都是空无孢子的閉囊果。在冬季比較温暖的地区，病菌主要以菌絲阶段在冬大麦幼苗上越冬。

在接近冬麦区的地点，春小麦白粉病的感染源来自冬麦苗上的越冬菌絲体。这种越冬菌絲体产生了分生孢子并傳布到春麦幼苗上。但在其他远离冬麦区的地区，情况可能不同。

白粉病菌的分生孢子經由气流傳布，在田間扩大侵染数量和侵染范圍。在冬小麦收获以后，如遇天气潮湿时，分生孢子可能侵染田間的由于落粒而出的自生麦苗。病菌因而得以在自生麦苗上越夏，并継續于秋季产生分生孢子，以侵染冬小麦的幼苗。最后又以菌絲体在冬麦苗上越冬。

发病与环境条件之关系　麦类白粉病在低温和阴湿的情况下严重发病，有时在温室条件下反而大量蔓延。在另一些地区則报导其在不同的大气湿度中均能发生。过去的分析常着重于环境与病原菌的关系，例如認为旱年发病是因白粉病菌具有高度的旱生性。但白粉病与环境条件的关系并不单純，仅仅从病原菌的角度来分析，便难以全面解釋。

麦类白粉病菌对于湿度和温度均有广泛的适应范圍。例如分生孢子在相对湿度 0—100 %以及大气温度 0—18°C 之間均具有一定的发芽率。切列未克氏(Cherewick, 1944)关于小麦白粉病菌的研究結果如下：

相对湿度	大气温度	小麦白粉病菌分生孢子发芽率
100%	6 °C	45 %
100%	0 °C	34.6%

100%	18°C	35.9%
0 %	18°C	21.3%

麦类白粉病菌在温室內 43°C 的高温中以及在野外接近冰点的低温中均能发育。高尔達科指出，白粉病菌对于温度和湿度的广泛适应性，远远超过了寄主作物对于环境的适应范圍。因此，病菌便能在植物受环境的影响而生长不良之际向抵抗力减弱的寄主进襲。

防治要点　根据以上规律，如經过观察証实当地麦类白粉病菌是以菌絲体越冬，則应首先預防冬麦幼苗的感染。对于夏收以后的麦茬地应行翻耕，清除带有子囊阶段的麦秆，并犁除野生麦苗，以减少导致侵染的菌源。

此外，在栽培方面，除注意合理的灌溉，施肥以及氮、磷、鉀三要素的配合外，还应結合当地情况，精耕細作，使作物在最有利的栽培条件下健康发育，以增强其对于入侵的抵抗力。

大麦及小麦品种对于白粉病的感染和抗病能力有显著的差异。在选育品种时，宜将白粉病作为观察及記載的重要对象之一，以便作为最后决选的参考資料。严重感染白粉病的品种，无論其具有若何优良性状，在大量推广中不能認为安全。

硫黄粉及石硫合剂对于防治白粉病具有良好效果。此外，亚硫酸鉀或鈉(1.0%溶液)等在加用适当的展着剂的条件下，亦可噴布。惟这些化学保护措施主要只用于温室及試驗材料上，在大田施用时并不經济。

第六节　大麦条紋病(附大麦网斑病)

大麦条紋病是我国大麦最重要的病害之一。在个别地区它的

为害性甚至超过了大麦坚黑穗病。此病在长江流域发生較为普遍。我国的主要大麦产区如四川和江苏受害較重。此外，在陕西、河南、山东及河北等省的局部地区也常发生此病。江苏的重病麦田植株死亡率达21.3%—31.7%。

此病不仅为典型的經由种子傳播的病害，而且也是系統侵染的病害。它的发展又不同于黑穗病。它是用菌絲由外部向內发展而不是象黑穗病菌之由內部向外发展。因此，它的侵染方式和发展过程在麦类病害中乃是一个独特的类型。

症状及对于植株的影响 大麦条紋病导源于带菌的种子。植株在幼苗期便已感染病害。随着植株的发育，症状逐漸明显。麦苗在抽出一二片叶子的阶段卽有輕微的淡黄色斑点或条紋。在分蘖期，植株下部老叶片上的条紋漸趋显著。接着，在拔节的过程中新生的叶片逐一表現条紋状病斑。通常只要有一个叶片受到侵染，以后所生的叶片也就依次发病。这是本病的特点，也是和它的侵染过程相联系的。

顧名思义，条紋乃是本病的主要症状。叶片上的条紋多寡不一。条紋是与叶脉相平行的。当叶片生长时，条紋也发展为長条或断續的条斑，有时从叶尖貫串到叶基。条斑的顏色漸漸由蒼白色轉变为黄色和褐色。病叶也漸漸干枯。大多数的老病斑具有褐色的边緣和草黄的中部。斑上漸生出大量的灰黑色分生孢子丛。叶鞘和莖秆上也有少量的条斑，但孢子較少。病株的分蘖同样生病，但有时也能逃避。感染較重时，分蘖也会很早地死去。

病叶常常縱裂，萎悬或脫落。病株的生長势因而減弱，常較一般健株为矮。病株通常不能抽穗，或勉强抽出扭屈的畸形穗但不結种子。有时虽抽出完整的穗子，麦粒也难臻飽滿。在有芒的品种，病穗的芒常被夹持于鞘內而呈拐曲状。植株所受的影响依品

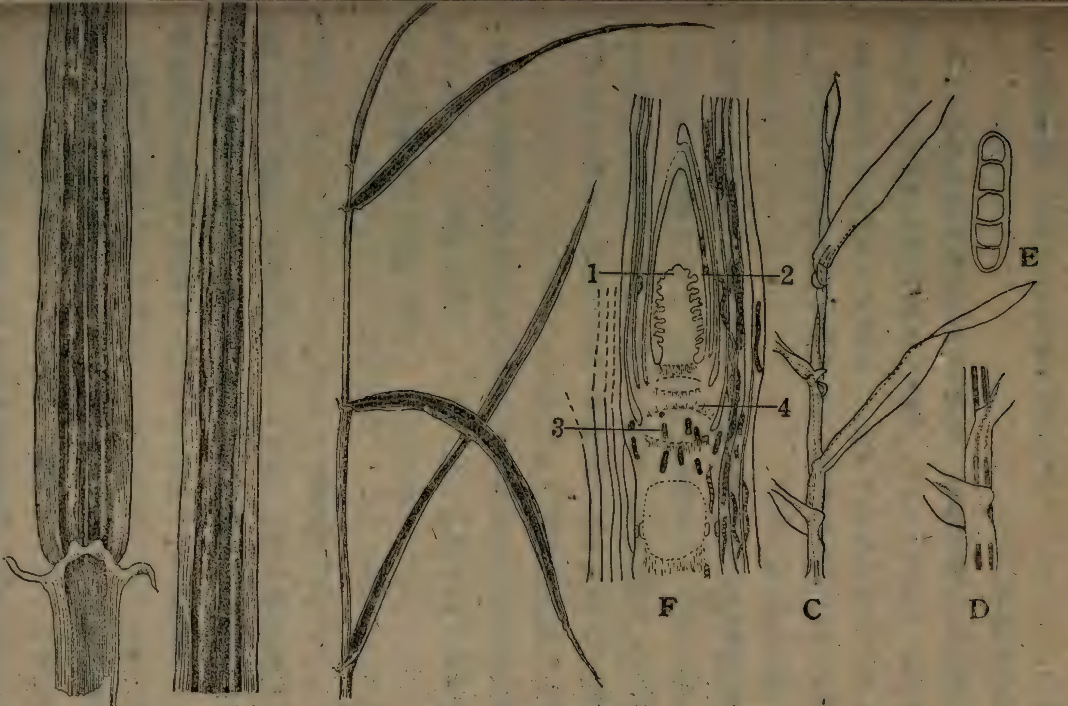


图 9. 大麦条紋病:

A, *B*. 症状; *C*, *D*. 示病害向叶鞘及叶片基部扩展; *E*. 分生孢子; *F*. 大麦植株生长点縱剖面: *1*. 穗組織由最内层叶片 *2*. 受到由外向内的菌絲侵襲; *3*. 莖內的菌絲尙远不能达到穗組織; *4*. 节部。(C, D, E, F. 仿 Smith; A, B. 作者原图)。

种而不同。感染严重者，幼苗发病后卽枯死，亦有在苗期叶部病坏而随后又生出新叶者。一般病株常在抽穗以前枯死，病組織上滿布污黑色分生孢子。

病原菌及其生物学特性 大麦条紋病是由于蠕虫菌属的*Helminthosporium gramineum*所导致。通常所見为其分生孢子阶段。虽曾有人报告发現此菌的子囊世代，并曾定名为*Pyrenophora graminea*(伊藤，1932)，但由于未能与分生孢子阶段作明确的联系，故迄未为一般人所公認。

分生孢子梗成丛地由病組織的气孔生出，每丛3—5支，基部膨大，灰色至橄欖色。分生孢子蠕虫状。淡色至黄褐色，圓筒状，两端漸狭，尖端鈍圓，膜薄，有隔膜1—7个。隔膜所在无縊縮状凹陷。分生孢子尺度約105×20微米(50—125×14—22.5微米)。分生孢子的尺度及隔膜数目差异很大。

大麦条紋病菌在培养基上虽能生长并形成灰色、橄欖色以至黑色的菌絲体，但不易产生分生孢子。在自然条件下則能于病斑上产生大量孢子，并且很快地萌发。在大麦抽穗时，分生孢子卽已形成，随风傳布。

分生孢子对于叶部的再侵染并不常見，且作用不大。但如落在花器上則萌发而侵入种子，成为下一季的初次侵染来源。其侵入的过程如下：落在花器上的分生孢子萌发而生出菌絲。此項菌絲沿着柱头蔓延到內穎与种子之間，亦有进入种皮的。一部分菌絲还可以經由柱头进入子房。最后，菌絲的胞膜加厚，进入休眠状态并在这些部位潜伏着越夏(冬大麦)或越冬(春大麦)。在有穎大麦，潜伏菌絲存在于穎片与子皮之間，有时亦存在于子皮层及蛋白質层中；在无穎大麦(青稞)，菌絲存在于果皮与子皮之中或深入蛋白質层中。潜伏菌絲能長期地保存其生活力。例如将16年的老标本放

在潮湿皿中曾获得恢复生活力的菌絲。

带菌的种子被播种后，潜伏菌絲亦恢复其生活力。当幼芽萌发时，菌絲卽侵入芽鞘。因此，大麦条紋病菌虽是在开花前后进入种子的，但一直潜伏在种子內外。实質上它是一种幼苗侵染型的病害。用热力或化学方法处理种子，可以切断其向寄主下一代侵染的过程。

大麦条紋病菌侵入芽鞘以后，其发展过程頗为特殊。菌絲在芽鞘組織內系先向上方及下方扩展，然后穿透芽鞘內层，侵入与此相接近的第一片嫩叶基部。菌絲穿透此叶的內壁后，又依次侵入幷穿透第二、第三和继此而生的嫩叶片。在叶片內，它又順沿叶脉蔓延，以致形成长条状病斑。条斑的数目依侵染的多寡而不同。菌絲穿透最后一叶后，就侵入穗部(图 9, F)。病穗便被毁于鞘中或虽抽出而呈畸形。由于环境条件的不同，病害发展的程度頗有差异。有时由于环境有利于大麦植株的迅速发育，以致部分叶片和麦穗能逃避侵染。因此，从耕作上創造有利于大麦发育的条件，在防病上具有重要意义。

关于大麦条紋病的土壤傳染問題，据現有資料，在正常的播种情况下，来自土壤的侵染远不如种子带菌为重要。用病組織接种土壤，秋后播种，很少誘发病害。在江苏省用病組織接种土壤，在9、10两月的4次播种中均无感染发病的植株，在同样条件下播种带菌种子，其发病率为8—10%。

环境条件与发病的关系 大麦条紋病的发生和发展受环境条件的影响。这种生态学上的特点給耕作防病提供了有利的依据。

首先，大麦开花期前后的雨量与病菌对于种子的沾染有关。分生孢子萌发的最适温度約为25°C(最低6°C，最高30°C)。大麦开花期前后的田間气温不难与此相接近。但分生孢子須有充分的湿

度浸潤始能萌发和侵入花器。因此，在这一期間多雨多雾，則侵入較多。种子带菌較多則又为次年发病准备了条件。大麦条紋病主要为害于开花期多雨的地区。

带菌的种子虽含有潜伏菌絲，但眞正的入侵还有待于播种以后。当种子萌发时，菌絲須在幼芽阶段侵入芽鞘方能建立寄生关系。因此，在大麦播种期間，土壤条件是否有利于幼苗的发育，对于病菌的侵入具有很大的影响。菌絲生长的最适温度虽在25°C左右，但在3—5°C的低温中即能活动。当土温較低而不利于麦苗发育时，菌絲即行入侵。一般以在12—16°C的低温中发病为最多。但在上述的低温中，症状的表現較在20—24°C为慢。在大麦萌芽初期，温度的变动对于症状的表現也有影响。这时的温度由低变高則刺激症状的表現。反之，如温度由高变低，症状的表現会受到抑制。一般情形以在低土温中侵染为多。冬麦区播种过早或春麦区播种过迟或土温較低都有利于此病的侵染。例如江苏省在9月下旬播种的大麦发病率为6.6%；10月中旬播种的发病率为12.5%；11月上旬播种的发病率达29.9%。此外，播种期間的土壤湿度亦有关系。湿度較低則麦苗出土較慢，亦有利于侵染。

病菌入侵以后，其扩展的过程既是由外向內逐叶穿透，依次侵染，故在大麦生长期間，如环境条件有利于植株的生长，則部分的叶片和麦穗可以逃避侵染。反之，則发病較重。例如在大麦生长期間温度低而湿度高时，則发病严重。江苏省1951及1952年在大麦分蘖盛期經常降雨，成株发病率曾高达54—70%。此外，施肥不当，亦是导致病害严重发展的另一因素。因施用氮肥过量，組織柔嫩，減少了对于病害的抵抗力。

防治途徑　大麦条紋病的侵染菌源来自带菌的种子。因此，种子处理是防治本病的主要环节。此外，从耕作上改善环境条件，

以及选用抗病品种等都具有积极防病的意义。

大麦条紋病菌以菌絲潛伏在种子的內部，因此，种子处理的要求在于歼灭其潛伏內部的菌絲。一般采用葯液浸种或具有揮发性的粉衣剂拌种。用有机汞制粉衣剂如磷酸乙基汞(0.05%)、氯化乙基汞(0.25—0.3%)均有良好的效果，硫黃粉(0.3%)和碳酸銅粉(0.3%)等一般表面消毒剂的效果均不太好。至于葯液浸种，用0.2%氯酚羥基汞浸1小时，或皂矾(硫酸亚鉄)4—5%的溶液浸种4小时都有一定的效果，但較次于上述的有机汞制粉衣剂拌种。此外，如行温湯浸种則冷浸4小时，然后用52°C温水浸5分鐘(冷漬溫浸法)，亦有良好的效果。

耕作方面，首先应注意播种期的安排，冬麦区避免过迟，春麦区避免过早，以免低土温影响麦苗的发育和导致侵染。施肥应注意氮磷的配合，避免过量施用氮肥，适量地增施磷肥以促进大麦的生長。此外，拔除病株有减少种子侵染的作用，在留种区內可以实行。

品种間的感病程度頗有差异。在同一栽培条件下，不同品种的感染率的差异显著，例如在江苏C.I.71495、金大99、宝山二棱、武功3142等品种发病約为0—2%，而另一些品种发病率約在2.1—7.5%。感病性較大的品种发病亦較早，病势的发展亦較速而且較重。在大面积栽培中，感病品种常为病菌繁育的来源。选育抗病品种是防治的基本途徑。关于大麦条紋病菌的生理分化现象在国內外都有所报告，这是选种时应注意的問題。

附：大麦网斑病　大麦网斑病在我国江苏、浙江、四川、陝西及东北均有发生。此病主要为害于叶片。对于产量的影响一般不似大麦条紋病的严重。

病斑散見于幼苗及成株的叶片上，但极少蔓延到叶鞘上。病斑

暗褐色，内有深色网紋故名网斑病。病斑較多时也能合并而呈条紋状。斑上組織枯死，但只产生少量孢子。苞片及外穎受侵染后亦产生褐色病斑，但无网紋。

病原菌 *Pyrenophora teres* 的分生孢子亦为蠕虫状，淡橄欖色，尺度約为 30—175×15—22 微米，有隔膜 1—10，在隔膜处有縊縮。在病殘物上产生子囊阶段。有时亦产生分生孢子器。

网斑病的初侵染菌源来自种皮内的潜伏菌絲，有时病殘物上所产生的子囊阶段亦是初次侵染的来源。此外，在田間亦有續发性的侵染。在大麦生长期間，低溫高濕的气候有利于此病的发展。

由于病菌的来源較为复杂，故种子处理对于网斑病不能收到完滿的效果，还須注意清除田間殘留的病叶，翻耕土壤，以促进病殘物的腐化。

第七节　小麦根腐病

小麦根腐在东北及华北发生較多，东北的春麦区发生較为普遍。华北有些地区受害严重，例如 1953 年在晋中介休县，1954 年在晋北及晋中均曾有此病的为害。一般死苗 30—40% 严重者死苗达 50—80%。此外，在江苏、山东、四川、河北、东北及西北等地大麦上亦有此病。燕麦及一些禾本科杂草亦能受到侵染。

症状　本病在苗期及成株期均能发生。苗期的侵染导源于种子上或土壤中的病原菌。侵染較严重时，麦芽萌发后即行枯死，甚至不能发芽。侵染較輕的，麦苗虽能継續发育，但甚为瘦弱。自从麦苗出土以后以迄成熟期止，主蘖或分蘖随时有継續死亡可能。幼苗的幼叶及叶鞘近地面处发生褐色病斑。常因发育受阻而分蘖增多，但均为无效分蘖。严重发病的麦苗往往矮小丛生。植株漸漸

萎黄，有时变为褐色或紫色，不能抽穗或部分抽穗。所抽之穗的籽粒难臻饱满。后期由于根冠腐烂，基部折断而倒伏。病株的节部及病組織上产生黑色霉状物，为病原菌的分生孢子阶段。叶部由于再侵染的侵襲而产生褐色长圓形斑点。病斑边緣形狀不規則而顏色較淡，中部为深褐色。大小約为 3 至 20 毫米。病斑互相愈合后成大块枯死斑，穎片上的斑点較小。种子受病后胚端变黑褐色。

病原菌及侵染循环　病部的黑色霉状物为蠕虫菌（*Helminthosporium*）的分生孢子阶段。在大麦上一般为 *H. sativum*。在小麦上除以 *H. sativum* 为主外，常有蠕虫菌属的另一些种和鐮刀菌属的眞菌与之相偕。

病原菌 *Helminthosporium sativum* 通常所見为其分生孢子世代。伊藤誠哉和栗林数卫（1931）虽曾有关于此菌的有性世代 *Ophiobolus sativus* 的报告，但一般并不常見。

此菌在培养基上于 25°C 的温度中生长茂盛的橄欖色、深灰色至黑色菌絲体及大量的分生孢子梗。依培养基及菌系之不同，菌落的色澤和形状亦有差异。在寄主植物上，分生孢子梗系成丛地由表皮細胞間生出，每丛2—3支。分生孢子梗褐色，有隔膜，在隔膜附近呈膝状膨大。分生孢子的形状及尺度差异很大，一般为圓筒状微弯，两端漸削如蠕虫状。尺度60—120×15—30微米，有3—10个隔膜。

子囊壳虽曾有人在培养中发現，但在自然情况下很少出現。据栗林报告，子囊壳为球状或近球状，有頸及孔口，壳为黑色，徑約370—530×340—470 微米。子囊内有 4—8 个子囊孢子。子囊孢子淡橄欖色，絲状，有隔膜 6—10 个，160—360×6—9 微米。

*H. sativum*有生理分化現象，有些生理小种对于苗期的为害較

大，另一些生理小种则为害于小麦和大麦的成株。

病原菌的菌絲潛伏于种子上或麦田殘余的麦秆及根上。种子带菌是苗期初次侵染的来源之一。例如1956年从甘肃省农場的种子里分离到的蠕虫菌很多，該批种子的带菌率达70%；1953年东北的一些品种带菌率达50%。带菌种子的胚部大都有黑点，并且瘦小縐縮，不如健粒飽滿。在田間殘余病組織上越冬的菌絲或分生孢子为苗期初次侵染的另一来源。土壤內的分生孢子存活期限依当地的气候条件而不同。如果土壤相当干燥則分生孢子的存活期限較長。在一般情况下此項病菌系以菌絲存在于病組織內，其存活期限依殘余病組織的腐化程度而定。它是土壤寄居类真菌，当病組織腐烂完毕时它也就不能継續存活。但如麦田系連續种植感病作物則田間病組織逐年累积，病菌亦即隨之累积。因此，連作麦田发病常較为严重。例如从山西崞县的調查中可以得到証明，种植銘賢169号小麦3年的麦田死苗率达44%；而在种瓜以后种植同一品种者死苗率仅19%。

来自种子或土壤的病菌很少侵入根系而是侵入芽鞘。菌絲进入芽鞘后又蔓延至幼叶和根冠。此外，地下害虫如金針虫等对于根冠的損伤往往也能导致侵染，故发病的部位通常系在分蘖节。病菌或病組織上生出的分生孢子經由风雨傳播乃成为再侵染的来源。再侵染可以发生于叶、莖及穗部。病穗的花器均能受侵染，常成为白穗，不結种子，或仅有少量种子。病穗所結的种子胚部变黑并带有潛伏的菌絲。

环境因素与发病的关系　华北小麦常因冻害导致根腐病的发生。冬季或小麦返青前后的冻害常造成机械損伤因而为根腐病菌造成入侵的途徑。例如山西崞县农民反映，春冻常常引起病害的蔓延。有"春雪塡滿沟，夏田永不收"的农諺。在低洼易于积水之

处早春冰雪重复融化及冻結常易导致根腐病菌的侵入，因而发病較重。至于山区，則因土壤干旱瘠薄，气温变化較大，早春易遭冻害。根腐病发生亦烈。有些地区則因冬麦播种过早，早春麦苗过旺，因而易受冻害，也有利于根腐病菌的入侵。

苗期发病以在22—30°C为最适，但在12—34°C的广泛土温范圍内均能发病。后期对于叶、莖及穗部的侵染則以多雨多露及温暖的气候中为最多。

麦田施肥的多寡亦与根腐病的发病多寡有关。例如山区施肥較少，病害发生較重。反之，施肥較为充足者植株生长健壮，发病往往較輕。例如在山西調查結果，有两处麦田系用同样品种在同一时期播种，輪作情况相同，施杂肥20担者健蘖率占64%，死苗率10%；施杂肥7担者健蘖率仅9%，死苗率达44%。灌水与土壤中肥料的吸收有关。在土壤过于干燥的狀况下，植株吸收肥料頗受限制，也就影响其健壮发育，因而减弱了对根腐病的抵抗力。例如1954年山西省农場灌水較为充足的試驗地較之少灌水者发病为輕。

小麦品种抗病性　不同小麦品种对于根腐病的感染率有着显著的差异。例如1954年山西省农場404个原始材料中感染根腐病后的死苗率由10%至100%的都有。該省数年的观察显示，品种的感染程度与其耐寒力有关。例如中苏68号小麦耐寒力最强，根腐病极少；銘賢169号的耐寒力較差，病株占50%；螞蚱麦耐寒力最差，病株率达90%以上。耐寒力較差的品种在冬季或在小麦返青后由于冻害造成机械損伤故易遭受此項弱寄生菌的侵入。此外，小麦品种耐寒力較弱者由于植株生活力較弱亦易受病。

防治途徑　根腐病的防治，不能单純地依靠种子处理，从耕作上創造有利的环境条件尤为重要。种子带菌固为苗期侵染的主要

来源，但病菌亦能在田間殘余病組織中腐生，遇有机会便侵入为害。除將种子用有机汞制剂如賽力散、谷仁乐生等拌种外，还須减少來自土壤的侵襲。从耕作上加强土壤微生物对于殘余組織的分解作用，即能以促短根腐病菌的寿命。翻耕土壤及施用有机質肥料具有促进殘余病組織分解之作用。豆科綠肥有鼓励土壤頡頏菌类的作用。在发病較重的田地上宜避免麦类的連作，并考慮豆科綠肥与麦类作物之輪作。禾本科杂草为根腐病菌的野生寄主，宜采用收获后淺耕灭茬的技术予以消除。

根腐病的发生常与冻害有关。在北方冬麦区北部宜选用耐寒力較强的品种。冬麦不宜过早播种以免冬旺及早春返青过早，以致发生冻害。施用足量而合理配合的肥料具有培植健壮植株及增进抗病力的作用。发病初期可施用速效肥料以增强植株生活力并减輕此病的为害。在干旱地区适量的灌溉有助于植株对于肥料的充分吸收，但在低洼地区須注意排水，以防止过澇及早春积水导致冻害的可能。

第八节　麦类作物的其他病害

1. 麦角病

麦角病除发生于麦类作物上外，亦发生于一些禾本科的杂草上。黑麦的麦角病分布在內蒙古和东北。大麦和小麦的麦角病曾发現于安徽。燕麦的麦角病則分布于青海。鵝冠草的麦角病在江苏、浙江和湖北等地均有記录

症状及其对于植物的影响　此病发生于穗上。最初在花器上出現黃色蜜状粘液，这是由于侵入子房的菌絲生出大量的分生孢子和含有糖分的粘液所致。这种物质聚积在花器的表面如露滴状。

这个阶段叫作蜜露期。昆虫吸食粘液后同时亦粘带了病菌的分生孢子，并代为傳播。蜜露期以后，病穗的子房膨大轉硬，形成角状的菌核。菌核为紫黑色，其大小依作物而异。黑麦的角病菌核長达1—3厘米，直徑約0.8厘米，略微弯曲如角状。菌核的內部为白色硬質組織。在作物成熟时，菌核亦发育到最大限度。有些菌核脫落地上，另一些則随谷物被人收获并混入种子間。

菌核的形成代替了种粒。被侵染的小穗上除一部分形成菌核外，其邻近的花朵往往由于菌絲的侵染而不能稔实。含有菌核的谷物制成食料后，人类食之有中毒現象。牲畜飼料中夾杂麦角的亦使家畜中毒。人畜中毒时，微血管收縮，或神經痙攣，有孕的导致流产。麦角病的菌核含有多种植物碱，經过提炼的麦角素具有药用价值。

病原菌及侵染循环 麦角病的病原菌 *Claviceps purpurea* 屬于子囊菌。麦角是它的菌核阶段，很能耐寒。它在土壤中一般能保存生活力一年。夾杂在种子間的菌核在播种后具有同样的作用。卽使是断裂的菌核在播入土內后亦仍有作用。菌核在土壤中越冬后，次年春季生出球状有柄的子座。这是它的子囊阶段。一个菌核上能生出子座6枚左右，有时多至60枚。子座为肉紅色，周緣有乳头状突起若干个，每一突起为一个子囊壳的孔口。故子座的周緣实埋藏着若干子囊壳。子座的柄为白色，長約5—25毫米。在子座形成后5—7日，子囊壳卽可成熟。子囊壳为瓶状，內含子囊及側絲若干。每一子囊內含子囊孢子8枚。子囊孢子为絲状，尺度約50—70×0.6—0.7微米。

空气的湿度达76—78%时子囊孢子卽噴出子囊壳外，或存留在孔口附近，或被雨水冲濺，或被昆虫所傳遞。在陣雨之后，繼之以阳光之照射，子囊孢子可能噴入空气中，随风傳播。子囊孢子的傳

播約与寄主植物的开花期相适应。孢子落在雌蕊柱头上时，較易萌发和侵入。在开花期的15日以内侵染較多。开花期愈长則侵染愈多。黑麦的开花期較長而小麦的开花时間极短。因此，小麦的麦角病远較黑麦为少。子囊孢子在柱头上萌发后，产生芽管并延伸到子房基部。由此形成菌絲体，并蔓延到子房頂部。在病菌侵入以后，如空气湿度达74％以上，溫度在 13—15°C 时，則两日后卽产生分生孢子阶段。分生孢子埋藏在含有糖分的粘液內。孢子为楕圓形，尺度約 3.5—6.0×2.5—3 微米。但在粘液被水冲淡以后，分生孢子卽略微膨大。分生孢子除由昆虫傳布外，并可能借病穗的直接摩擦碰撞或雨水的冲濺而傳布。

受侵染的子房由下而上地逐漸变为菌核。菌絲能由不同部位侵入子房，但大部分均由基部侵入。在子房壁与胚之間充滿了菌絲体，但胚內菌絲較少。最后由于菌絲的挤压胚漸消失。子房逐漸硬化并露出于穎片之外。菌核表面的菌絲由白色轉变为珊瑚色以至紫黑色。菌核尖端有菌絲一小撮，最后，外部的菌絲全都脫落。

麦角病菌的寄主范圍很广，下列各属的禾本科植物均能感染：大麦属（*Hordeum*）、燕麦属（*Avena*）、黑麦属（*Secale*）、野麦属（*Elymus*）、早熟禾属（*Poa*）、雀麦属（*Bromus*）、鴨茅属（*Dactylis*）、狐茅属（*Festuca*）、虉草属（*Phalaris*）、看麦娘属（*Alopecurus*）、梯牧草属（*Phleum*）、拂子茅属（*Calamagrostis*）、鵝冠草属（*Agropyron*）。麦角病菌有专化性，一般認为有若干专化类型的存在。例如为害黑麦的类型亦能侵染小麦、大麦、狐茅及雀麦；另一类型則侵染黑麦及若干野草但不侵染大麦；其采自毒麦属（如*Lolium perenne*）者則不侵染黑麦。

麦角病菌以菌核越冬，但菌核在土壤中的存活期限并不过久，

一般仅能保存生活力一年。

环境条件与发病的关系 春季的大气湿度較高則有利于病菌的发育和侵染。例如子囊孢子的噴出及傳布需要76%以上的相对湿度和雨水；分生孢子的形成亦需要74%以上的相对湿度。子囊孢子和分生孢子均不耐干燥。因此，在多雨潮湿的地区发病較多。此外，气流傳播孢子的距离极受限制，雨水和昆虫为田間傳播病害的主要媒介。

气候和耕作条件对于侵染有一定影响。例如潮湿多雨的天气延长了开花期，栽培条件不良和种子的混杂也导致开花期的参差不齐，从而延长了侵染的时期。

防治 在防治方面，首先应保証播种材料的清洁无菌核。用过篩和盐水选种等法虽能去除菌核。但由于菌核的大小和比重与黑麦的种子相接近，因此，用上述方法不能完全去除菌核。还須配合种子檢驗选用洁凈的种子为播种材料。田間土壤內殘留越冬的菌核为侵染的另一来源。深耕可将菌核翻入土下以减少其作用。菌核在田間的存活期限不长，发病較重的黑麦地，可考虑輪作，一般約須2—3年的換搓方能生效。刈除禾本科杂草及自生麦苗等亦是减少野生寄主的一种措施。

2. 小麦叶枯病

小麦叶枯病在长江流域分布較广。江苏、浙江、湖北及四川均有发生，1950年在江苏，1951年在湖北云梦一带均曾严重为害。此外，在东北春麦区亦有此病。

病斑发生于叶片和叶鞘上。先在叶脉間生出卵圓形淡綠色病斑。扩展极快，各斑互相連結，成为不規則形的黃白色斑痕。病斑上漸生出黑色粒状的小点，这是病原菌的分生孢子器。在晚秋和早春，病原菌侵入根冠組織，下部叶片枯死，常导致植株的衰弱和

死亡。病害有时发生于颖片、子实及茎秆上，其斑点較小，分生孢子器亦較少。

小麦叶枯病菌 *Septoria tritici* 属于半知菌类。为害小麦及黑麦。病菌有粗細两种菌絲。粗的是不孕菌絲，橄欖色。細的是无色菌絲，生于寄主的細胞間隙。分生孢子器常生在寄主表皮組織下的气孔下室內，半球形，直徑約 100—150 微米，壁光滑，褐色至黑色，有微突的孔口。器內产生大小两种分生孢子。大分生孢子較多，細长，两端圓，无色，有隔膜 3—7 个，尺度約 50×2.2 微米。夏季所生的分生孢子較冬春所生的为短，以上尺度系夏季孢子之尺度。至于小分生孢子則无隔膜、微弯，无色，尺度約为 5—9×1—1.3 微米。

小麦叶枯病菌的分生孢子能在器內越过不良环境。菌絲也能在殘余病組織內存活很久。病菌一般在秋季侵入冬麦幼苗，并在寄主組織內越冬。这种存在于植株病組織內的菌絲在接近零度的低温下仍能活动。至来年早春卽大量蔓延为害。至于在春麦上的情况，初次侵染来源可能来自带病的种子，或来自土壤內殘余的病組織上新生的分生孢子器，或来自去秋已生成的老分生孢子器內殘存的分生孢子。

此病的发生与环境条件有密切的关系。低溫潮湿的气候有利于发病。在冬麦抽穗以前，如遇低溫多雨則病害盛发。

小麦叶枯病的防治，須从使用洁净种子、輪作及耕作等多方面配合进行。由于病原菌不仅能在种子上越夏或越冬，并且可在土壤中的殘余病組織中潛存，故种子处理只能收到部分的防治效果。除用有机汞制剂、賽力散等拌种以保証种子的清淨外，还須注意麦田的耕翻以促使殘余病組織的腐化。重病麦田須行輪作。

附：小麦穎枯病

小麦穎枯病的分布不如叶枯病之广，但在个别地区如浙江及东北春麦区为害也很严重。

在症狀方面，穎枯病虽亦能为害于叶片，但以发生于麦穗及莖秆的节間为主。病斑的顏色較叶枯病为深，其发生在穗部的，穎片呈黃褐色，并生出黑点狀分生孢子器，常不能結籽实。莖秆受病則节間組織局部枯死。叶上病斑小而呈长圓形，由于褐色較深，故分生孢子器不甚显著。

穎枯病菌（*Septoria nodorum*）的菌絲最初无色，后变为深橄欖色。分生孢子器較叶枯病菌为大，直徑約 160—210 微米。分生孢子較叶枯病菌为短，分隔亦較少，一般为了隔膜，尺度約 26×3 微米。

此病的发生发展規律与叶枯病相类似。防治方法基本上亦相同。但在各别地区仍須研究其发生发展規律，才能拟定更可靠的措施系統。

3. 小麦黑穎病

小麦黑穎病是一种細菌性病害，分布不广，在东北和华北已有記載，在一定的气象条件下可以大流行。

小麦黑穎病主要为害小麦的穗部、穎片和麦芒。病部显現褐色至黑色的条狀斑，漸合并而使穎片变黑。病斑初为水漬狀，在潮湿的气候环境下病斑上有水滴狀黃色的菌胶团。穎片受病后，引起种子的感染。受病的种子干縮。此外，并能侵染叶片、穗軸及麦秆等。叶片上显現黃褐色条斑，穗軸及秆上为长条狀黑褐色条斑。所有的病斑在潮湿环境下均产生菌胶团。

病原細菌为 *Xanthomonas transluscens* var. *undulosa*。細菌为短杆狀，有单极鞭毛一支。菌落黃色。有生理专化現象。寄生在小麦上的为 *X. transluscens* f. *undulosa*，天然为害小麦及黑麦，

并能侵染大麦，但不能侵染燕麦；在大麦上的为 *X. transluscens* f. *hordei*，为害大麦但不能侵染小麦、黑麦及燕麦；在黑麦上的为 *X. transluscens* f. *secalis* 只为害黑麦，不侵染大麦、小麦及燕麦；另有*X. transluscens* f. *hordei-avenae*，天然为害大麦及燕麦，但不侵染小麦及黑麦；*X. transluscens* f. *cerealis* 天然为害小麦，并能侵染大麦、燕麦及黑麦。

病原細菌主要在种子內越夏或越冬。田間殘余病組織內的細菌虽亦能存活，但只能在殘余病組織中存活。細菌脫离这种基物而直接进入土壤时，卽难生存。初次侵染是在早春向幼苗进行，細菌經由气孔和其他天然孔口及伤口侵入，并在寄主的細胞間隙內繁殖和扩展。在幼苗期由芽鞘侵入，然后再为害于叶片。在寄主的全部生長期內，均有再次侵染。再次侵染是从幼嫩的組織侵入。土壤內殘余病組織中的細菌及病叶上的細菌均能傳染到麦穗上。菌胶团內含有的細菌經由雨水冲濺，或由接触沾染，或由昆虫携带而傳播。刺吸式口器和咀嚼式口器的昆虫均为重要的媒介。菌胶团干燥后，其中所含的細菌卽进入休眠状态。一旦吸收水分，如环境条件适合，則細菌又恢复其活动。細菌能在干燥的菌胶团的胶質內存活很久。潮湿多雨的气候有利于病原細菌的傳播及入侵。而且低溫不利于植物的生長，降低抵抗力，以致細菌为害的时期延長，有利于发病和蔓延。

黑穎病的防治，首先在于选留无病的种子，穗选无病的个体，作为繁殖的材料虽然有效，但不适于大規模的栽培。因此，在流行年必須进行換种。此外，用有机汞制剂拌种亦具有种子消毒之作用。病原細菌在作物殘滓腐烂后卽不能在土壤內单独存活。因此，耕翻土壤以促进殘余病組織的腐烂，具有促短病原細菌存活期之作用。在重病麦田，輪作为有效的防病措施。多施磷鉀肥以提早

作物的成熟期则有缩短侵染时期及提高抗病力的作用。

参考文献

王清和：抵抗散黑穗病之小麦品种。协大农报 6 (3—4)：129—136, 1945。

同　上：中国之小麦散黑粉病菌生理小种。协大农报 7 (9)：91—96, 1945。

王志正等：小麦散黑穗病冷浸日晒防治試驗初步报告。农业科学通訊 1952 (8)：14—15。

朱凤美、吳昌济：温湯处理法对于麦类黑穗病之防治效果。伪中央农业实験所研究报告 1 (7)：189—237, 1935。

朱凤美等：麦类黑穗病。农业科学通訊 1956(3)：182—186。

李建义：小麦杆黑粉病菌厚垣孢子休眠状态的解除規律。西北农学院学报 1956 (3)：17—30。

林傳光：植物种苗防病处理。植物病害丛刊第四种：15—64，中华书局第二版，1954。

吳友三：种子帶菌与种子檢疫。植物病理丛刊第九种：71—77，科学出版社出版，1956。

胡振声：我国几个著名的优良品种。农业科学通訊 1956(7)：406—408。

俞大紱，陈鴻逵：小麦品种抗杆黑粉病性之研究 IV，病原菌(*Urocystis tritici*)的生理分化(英文)。*Phytopathology* 35:332—338, 1945。

Калашников, К. Я. (卡拉西尼科夫)著，曾广然譯：消除小麦因散黑穗病所受損失的方法。植物病理学譯报 1955(2)：147—151，原載 Труды Всесоюзного Института защиты растений, выпуск 5, 1954。

Мурлавьев, В. П. (牟拉符也夫)著，吳宪阳譯：小麦腥黑穗病菌致病力的变异决定于它在不同小麦品种上发育周期的通过。植物病理学譯报 1955 (2)：146—147。原載 Доклады А. Н. СССР 96:4(1954)857—859。

Нилова, В. П. и Егорова, F. H. (尼洛娃等著，汪可宁譯：小麦抗腥黑穗病的生物化学基础。苏联农业科学 1954 (1):27—30。原載 Труды Всесоюзного Института защиты растений, 1951, выпуск 3。

Цымбал, М. М. (采姆拜尔)著，褚菊征譯：冬小麦对于腥黑穗病的抗病性及其培育条件。植物病理学譯报 1954(2):115—116。原載 Агробиология, 1954(3)。

卜慕华，甘　駿：小麦品种对条銹病、叶銹病及杆銹病抵抗性能的檢定。华北农业科学研究所研究专刊第一号，1—5 頁，47—48 頁 1949。

王焕如：小麦叶銹病生理专化記录(英文)，Notes on physiologic specialization in leaf rust of wheat in China。*Phytopath* 37(9):680—681, 1947。

王焕如、陈善銘、梁訓生：东北春小麦杆銹病問題研究初步报告。中国农业研究 1 (2):27—34, 1951。

方中达：中国条锈病菌的生理分化（英文），Physiologic specialization of *Puccinia glumarum* Erikss and Henn in China. Phytopath. 34 (12): 1020—1024, 1944。

方中达、陈道用：小麦品种苗期对条锈病抵抗性的测定及条锈菌的变异問題。植物病理学报 1 (2): 155—168, 1955。

尹莘耘：中国小麦杆锈病之生理分化及小麦抗性試驗报告（英文），Studies on physiologic specialization in *Puccinia graminis tritici* Erikss. and Henn in China and varietal resistance of wheat. Acta Agriculturerae 1(1): 10—20. 1947。

仇 元等：陕西省碧蚂一号小麦感染条锈病近况及其防治对策，西安科联科学与技术 1957(2): 2—17。

中国植物病理学会西安分会：关于碧蚂一号小麦抗锈性减退問題的討論。西北农学院学报 1957(2): 93—102。

中央农业部粮食生产总局：小麦优良品种。財經出版社，1956，北京。

李振岐等：陕、甘、青小麦条锈病的发生发展规律。西北农学院学报 1(4): 1—18, 1956; 1957(1): 33—46。

汪可宁等：关于碧蚂1号丧失抗锈性及其他抗锈品种抗锈性发生变异的一些情况。农业科学通訊 1956(10): 582—584。

汪可宁等：关于碧蚂1号抗条锈病性变异原因的商榷，农业科学通訊 1957(11): 650—652。

涂 治：中国南部广东杆锈菌的生理小种(英文)，Physiologic forms of *Puccinia graminis tritici* in Kwantung, southern China. Phytopath. 24(4): 423—424, 1934。

凌 立：成都平原小麦条锈病菌流行的研究（英文），Epidemology studies on stripe rust of wheat in Chengtu plain, China. Phytopath. 35(11): 885—894, 1945。

曾广然等：东北小麦锈病防治研究工作汇报，东北农业科学通报 I, 1955(2): 49—61; II, 1956(3): 91—102; III, 1956(4): 33—38。

Войтчишина, О. Н. (沃依奇希娜)著，刘国屏譯：冬小麦杂种抗锈能力的形成。苏联农业科学 1953(10): 14—15。

Иванов, А. П. (伊万諾夫)：米丘林遣傳选种与良种繁育学，第二集，P. 185，中国科学院，1953。

Arthur, J. C. : Plant Rusts, 326—339, 1929。

Chester, K. S. 著，汪可宁譯：小麦叶锈病及其防治原理，第15章，1946，中华书局 1956 譯本出版。

中央农业部植保处：中国农业主要病虫害及其防治，第一集，44—52頁，1954。

仇 元：小麦赤霉病，中国植物病理学会丛刊第六种，中华书局，1—44頁，1952。

吳友三：种子带病与种子檢疫，20—22頁，中国植物病理学会植物病害丛刊第9种，科学出版社，1956。

夏禹甸、蕭庆璞、高傳勛：小麦品种对于赤霉病的抵抗性，植物病理学学报，1955(1)：19—28。

俞大紱：中国鐮刀菌属（*Fusarium*）菌种的初步名录，植物病理学报，1955(1)：1—17。

Наумова, Н. А.（納烏莫娃）著，尹莘耘等譯：眞菌和細菌侵染种子的分析，47—55頁，科学出版社，1955。

Adams, J. F.: Observations on wheat scab in Pennsylvania and its pathological histology, Phytopath. 11:115—124, 1921.

Anderson, A. L.: The developement of *Gibberella zeae* head blight of weat, Phytopoth. 38:595—611, 1948.

Dickson, J. G.: Influence of soil temperature and moisture on development of seedling blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetii*. Jour. Agr. Res. 23:837—870, 1923。

Pugh, G. W., H. Johann, and J. G. Dickson: Factors affecting infection of wheat heads by *Gibberella saubinetii*, Jour Agr. Res., 46: 771—797, 1933。

Wollenweber, H. W. and O. A. Reinking: Die Fusarien, 82—83 頁, 1935。

朱凤美：黔省黑穗病与綫虫病之严重性及其簡易的防治法，伪貴州农业改进所、伪中央农业实驗所合印，1—13，1943。

朱凤美：小麦綫虫病的防治法，农业推广通訊，7(9)：36—44；7(10)：1—11，1945。

陈善銘：小麦綫虫病，农业科学通訊，1956(3)：187—189。

周家熾：A note on the relation of nematodes (*Tylenchus tritici*) to the developement of the becterial disease of wheat caused by *Bacterium tritici*, Ann. of Applied Bio. Vol. 33(4):446—449, 1946.

Скарбилович, Т. С. 著，李清銳譯：农艺作物的綫虫害，p. 1—60，永祥印书館，1954。

Byars, L. P.: *Tylenchus tritici* on wheat, Phytepath. 7:56—57, 1917.

Byars, L. P., A. G. Johnson and R. W. Leukel,: The wheat nematode, *Tylenchus tritici*, attacking rye, oats, spelt and emmer. Phytopath. 9:283—284, 1919.

Goodey, T.: Plant Parasitic Nematodes and the Diseases They Cause. Chapter II, Species of *Anguillulina* Causing galls on Shoot Structures. p. 18—26, 1933.

陆师义等：华北地区小麦的根腐病，植病知識 1(2)：19—23，1957。

Гешеле, Э Э. (格謝列): 春小麦鐮刀菌蠕虫菌根腐病, 苏联农业科学 1954(1): 18—21。

Горленко, М. В. (高尔連科)著, 娄隆后譯: 植物病害与外界环境——苏联小麦白粉病原的生物学特性——, 財經出版社出版, 1954。

李志正: 大元麦条紋病 *Helminthosporium gramineum* 防治研究的初步报告, 植物病理学报 1 (2):169—176, 1955。

俞大紱、黄 亮: 外国大麦品种条紋病抗病性之試驗(英文附中文摘要), 金陵大学农学院丛刊41号, 1935。

俞大紱: 大麦条紋病之研究, 金陵大学丛刊, 1936。

俞大紱: 大麦条紋病之研究, 伪中央农业实驗所研究报告 I(10), 319—374, 1936。

第二章　水稻病害

水稻为我国最主要的食粮之一，在我国有非常广大的栽培面积。在北緯44°以南都有水稻的分布。由于我国幅員的广大，一般可以分为南、北、中三个稻区。这三个稻区在栽培的品种方面有明显的差别。南部稻区以秈稻为主，北部稻区以粳稻为主，而中部地区则秈粳品种相混杂。

秈稻品种属于印度稻型，发芽时要求較高的温度，耐寒力及耐肥力一般較差，子粒扁长，属于热带及亚热带型。我国广东、广西、浙江、江西、湖南，湖北以至四川、云南多栽之。

粳稻品种属于中国稻（包括日本稻）型，发芽时要求的温度較底，耐寒及耐肥力較大，子粒长圓，但比秈稻的子粒为短，属于温带型。我国华北、东北多栽之。

我国水稻产量占世界第一位，占全世界总产量的35%。党和政府号召增产粮食，水稻的潜在产量还很大，除了其他耕作上的問題以外，病虫害是决定产量的重要因素之一。

水稻在整个生长发育以至成熟的过程中，都有各种的病害侵襲它。在苗期，烂秧是非常重要的病害。这种病害在我国华东、中南和四川严重时毁灭秧苗达1/3。这一病害包括两种病因，一种是生理的，与气候有关，另一种是侵染性的，与土壤中的弱寄生菌有关，但不良的气候也有利于誘发这种傳染性病害。

从幼苗以至成株期中，水稻上有三种侵染力很强，蔓延很快的病害：一、稻瘟病，二、胡麻斑病，三、白叶枯病。稻温病是我国水稻区普遍发生的最严重的病害之一。一般而論，粳稻区比秈稻区的损失

更大。胡麻斑病也是南北分布普遍的病害，但南部高温高湿地区比北部为严重；白叶枯病是一种細菌性病害，近年来才开始蔓延，目前主要的蔓延地为皖南一带。这一病害的主要症状是叶片上的白色波状条紋、叶緣卷摺变灰而枯死。皖南方面据魏景超的調查，秈稻最感病，粳稻比較抗病，糯稻的受害最輕。高温多风(台风)及烤田的情况下发生的特别多。

水稻的白杆病(又称恶苗病)也是一种普遍的病害，北方又称米秋，南方也称公稻，受病稻株不分蘖或很少分蘖，单秆徒长，一般比健全植株为高，但多不結实。这是一种鐮刀菌所致的病害。
水稻上还有一些病害在一定地区能造成相当的損失。但不是普遍性的。例如南方的稻紋枯病(*Hypochnus Sassakii*)，这是一种絲核菌病，主要侵染水稻的叶鞘，造成云头状的褐色及灰綠色的病斑。东南沿海稻区在8—9月間經常出现，有时个别田間能达到70%。影响产量及品質。除此以外，还有一种菌核病(*sclerotium oryzae*)，在叶鞘內部产生1毫米徑左右的赤褐色芥子形的菌核；小菌核病(*Helminthosporium sigmoidum*)与菌核病菌相类似，但菌核小而表面光滑，直徑只有0.25毫米。莖基受侵后最重时可以使植株倒伏。此病在西南山区特多。

一柱香(*Ephelis oryzae*)原是印度流行的一种稻病，最初在云南昆明发现。这一病菌侵染水稻的穗，使小穗被菌絲纏結不能开展，成为香柱状，上面散播黑色小粒点。

有些病害在經济价值上虽不重要，但在对外貿易上占重要地位。例如稻粒黑粉病(*Neovossia horrida*)，中南区分布較多，但实际平均数字是很小的。受病穗上的个别子粒变成一包黑粉，同时有一个角形的菌絲組織突出穎外。

稻曲病又称丰年稻，穗上有20—30个的子粒变成一团墨綠色

的粉状菌核，平常一个穗上只有几个菌核。总的損失是不大的。这是由一种子囊菌(*Ustilaginoidea virens*)所致，菌核上的分生孢子很象黑穗病菌的厚垣胞子。

水稻上当然还有其他許多次要的或不重要的病害，但是应当首先熟悉稻瘟、白叶枯和白秆病。

第一节 稻瘟病

稻瘟病卽所謂稻热病，农民称为着火风、上丹、游火、瀨头瘟、火燒瘟、刻頸瘟、低头瘟、鬼刻头、狠咬脖等。

稻瘟病的分布是非常普遍的，所有的水稻栽培区包括中国、印度、朝鮮、日本、菲律宾、錫兰、緬甸、越南、泰国、意大利、南非新几拉、保加利亚、苏联(欧洲部分)、罗馬尼亚、土耳其、美国、阿根廷、巴西、均有此病。

我国据1936年調查、江苏、浙江、安徽、江西各省均普遍发生。东北截至1941年的記录，已有6省46市县发生稻瘟。1941年安东地区被害面积达1,542頃，被害程度达26%，1952年天津渤海区48万亩稻田发生严重稻热病，白穗滿田，小站区田間白穗一般在20%以上，个别地达100%。南部稻区中特别是海南島也是稻瘟病流行的地区。一般来說，北部稻区以穗瘟和頸瘟較严重，而南部稻区以苗瘟和叶瘟为主要，中部稻区隨当年的气象情况而有差异。

病害研究的簡史　这一病害的病原菌研究得最早的是意大利的 *Carovaglio* (1871)、称之为 *Pleospora oryzae*，其后 *Briosi* 及 *Cavara* 在意大利首先改用 *Piricularia* 的属名。这一病害在日本研究得最为集中，白井光太朗(1898)最早发表“稻热病”論。澤田謙吉、西門义一等区分了 *Piricularia oryzae* 的寄主范圍。栗林数

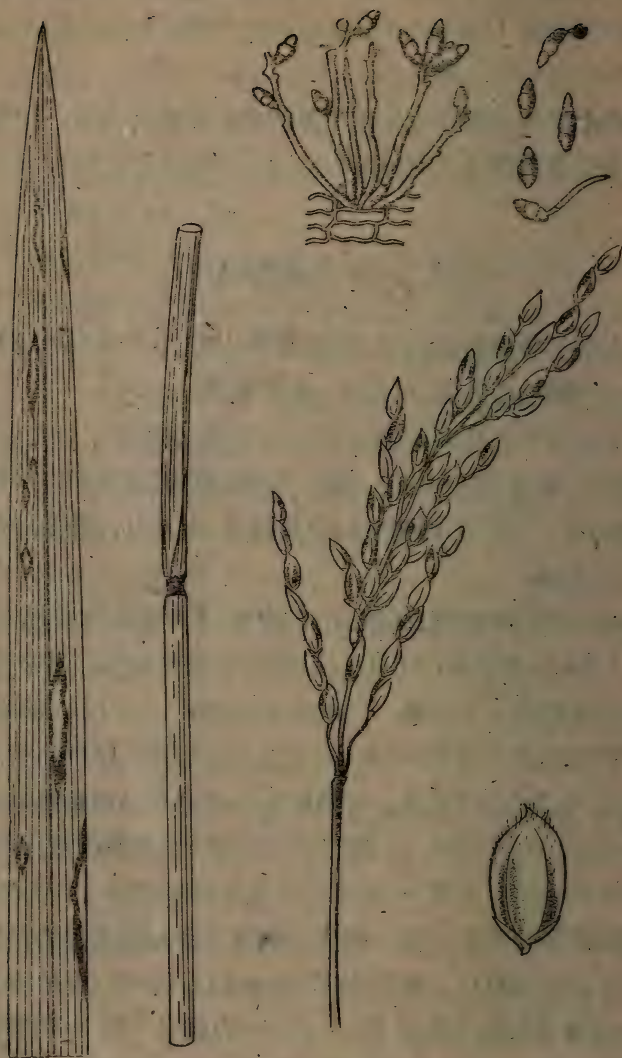


图 10. 稻瘟病。

卫、末由平七等(1928)研究了越冬器官和侵入方式。末松直次(1916)首先研究了分生孢子的营养及萌发温度等。西門义一最初注意到稻瘟病菌的生理小种，而三桥等开始試驗抗病品系。对于抗病本質的研究最早的为三宅康次及足立仁。

病害的发生与环境的关系，則逸見武雄及鈴桥雄(1930—1935)等的貢献很多。

我国自1929年起开始注意稻瘟病的发生，1936年以后，进行稻瘟病的調查工作者有魏景超、朱学曾、裘維蕃等。1935年朱学曾发表了稻瘟病的花器侵染现象，1936至1940年裘維蕃对稻瘟病各方面进行了研究。最近我国有很多研究机关进行了流行規律、药剂防治等的研究工作。

症状 自幼苗至出穗后均可发病。叶片、叶鞘、莖节、穗軸、甚至穗頸上部的小軸均可受侵，尤以叶片为最普通。

苗期发病时，由于病斑进展很快，苗呈黄褐色，根部腐烂以至成片枯死，远处望之，田間形成凹陷，如火炙状，老乡称为火燒瘟，着风火。病叶背面有密生的灰色霉状物，随风吹散，扩大侵染。这一期称为苗瘟。

在叶片上所生的病斑，初起时为小而深綠色的斑点，直徑約1—3毫米。病斑迅速扩大，成橢圓形，以后向縱方伸長，可达数厘米長、往往互相联合，形成長大的病斑。病斑的中心成灰綠色，周緣作深褐色，最后中央部分有灰色的霉状物，叶鞘上的病斑和叶片上相同，这一期称为叶瘟。

病斑部分大約可以分成三个圈层，即所謂中毒圈、坏死圈和崩解圈。中毒圈在病斑部的外圍，一般呈現淡黃色的長条紋，这种条紋进入健全組織之中。在这一圈中主要是病菌的有毒分泌物。靠近中毒圈就有一圈褐色狹長的斑痕，这是坏死圈。中央便是崩解

圈。在中毒圈中所发生的病变是叶綠粒的失色及体积的减小、細胞壁的退化，原生质内出現許多空泡。当菌絲进入中毒圈后，細胞內容及細胞壁卽行崩解。倘未崩解之前以及在中毒之后的一个阶段卽是坏死圈。崩解之后在外表上卽呈現灰白色。

稻秆节部受病时，初生針头大的褐色斑点，最后节部成为黑褐色，有时凹陷，形成輪状黑斑。稻秆因节部的黑斑，生长受到抑制，以致稻秆向有病斑的一面弯曲。干燥后容易折断，老乡称为叩头瘟，这一期又称为节瘟。

穗的中軸（穗头）受侵后发生暗黑色的病斑，一般都在出穗后受侵，亦有穗部包在鞘中尚未完全外露时卽行受侵的。这种場合，全穗变为白穗，不能結实。因为病状主要在穗下的頸际，所以称为頸稻瘟病。这个病状在外表上和螟害很难区别。

受病頸在穗頸处有灰色霉状物，但在莖秆上沒有虫蛀的痕迹，这是頸瘟和螟害的区别之处。

稻的谷穎上亦可发生紡錘形或不規則的暗灰色或黑褐色病斑。病斑的表面有病菌繁殖而呈灰白色。米粒因被害程度不同而在外观上可以自无病状以至全粒变黑。

病菌亦可以侵入幼苗的根部，但是侵染的能力很弱，只有当幼苗生活力极低时才能侵入。

稻瘟的症状，有时和胡麻斑病相似，尤以发生的初期为甚。

下頁的表是两种病害的区别：

病原菌　受病部分的灰色霉状物卽病菌的无性世代分生孢子梗。它們从病斑中的气孔中伸出、丛集而不分枝、頂端漸尖削而屈曲，上带胞子 9—20 个。分生孢子为梨形及倒棒形，基部圓形，頂端狹窄，有两个間隔，偶或有一个或三个間隔。間隔处有时略收縮，无色以至灰橄欖色，14—40×6—13 微米，萌芽时通常是上下

	病名		稻瘟病	胡麻斑病
叶	病斑的形状及大小		梭形，长1—5厘米	椭圓形，长0.1—0.4厘米
	病斑色澤	初期	青綠色間或灰褐色	灰褐色
		后期	边緣褐色，中部灰綠色或灰白色	边緣灰褐色，中部草色
	孢子层色澤		灰綠色	黑色
叶鞘	病斑色澤		色灰黑，边緣草黃色	未見
秆	病斑地位及色澤		多在节部，色黑	未見
穗枝	病斑色澤及大小		色黑灰，甚长	色褐，較短
谷粒	病斑色澤		黑灰色	褐色
	病斑形状		大而不規則	小椭圓形

两細胞伸出芽管。芽管和寄生接触时頂端生压力胞，再由压力胞生出侵入絲，貫穿寄主表皮細胞而侵入內部組織。子囊世代尙沒有定論。有人报告認为是子囊菌 *Sphaerella Molinverniana*，但正确的关系尙未建立。

分生孢子的萌发温度为10—35°C，最适温度为25—28°C。菌絲的发育为24—31°C，40及35°C时虽有活动而极弱。分生孢子在正常适温下伸出芽管而产生压力胞，但在高温下，芽管可能分枝而在各个頂端产生多个圓形胞或二次分生孢子。

分生孢子的萌发要求水滴，卽使在水滴中，周圍的空气中仍須有很高的相对湿度（96%以上）才能很好的萌发，如果相对湿度在96%以下，卽不能萌发。

病菌在干燥的状况下，其生存时間較长。分生孢子可以活6个月至1年，病組織內的菌絲可以活三年，在潮湿的环境下，則生存

的能力減退，分生孢子喪失其活动更为迅速。在冻結状态下，甚至在－10°C 下分生孢子的死亡很快，25 天后只有 1—2% 存活，但菌絲可以存活很久。

在我国的情况下，稻秆及稻谷組織內的菌絲可以越冬，越冬以后在 15—18°C 下，相对湿度为 90% 时，卽能形成分生孢子，但以 18－32°C 之間，孢子产生得特别多。

分生孢子萌发后形成压力胞及侵入絲。在叶片上主要从机动細胞侵入，机动細胞多在叶片的表面。气孔并非侵入的主要途徑。节部的侵入亦是如此。节間因有机械保护組織，故不易侵入。穗頸則自其附近的鱗片附着点侵入。侵入的速度与温度有密切的关系。

温度	侵入經过小时
34°C	不能侵入
32°C	10(稍有侵入)
28°C	8
26°C	6
20°C	6—8

由此可見，侵入的最适温度为26—28°C(实际为24—28°C)。除此以外，如果沒有 92% 以上的相对湿度时，則侵入亦困难。

侵染循环及环境条件　病原菌越冬的場所大致可如下述：(一)田間遺留下来的高刈稻秆以及殘留在田間的病莖(沒有翻入土中的)，(二)带病的稻谷(种子)，(三)田間附近的稻谷堆，(四)用稻草編織的一切秧田、水埧复盖用具，(五)加工厂廢弃的糠粃。凡此种种，除因一部分暴露在潮湿或处于发酵状态下的病菌不能存活外，大部分在翌年的 6—7 月間，因雨水或高湿度而产生分生孢子。这些分生孢子首先侵染秧苗，其后再扩大蔓延而侵染成株的

各期。但是在水稻生长期中由于气候的变化，在早期发病严重的，不一定后期也严重。往往早期不严重而后期严重，或相反。这一切完全决定于水稻品种、气候及耕作等的差别。

分生孢子形成以后，依靠风雨、流水及动物等而傳播，但是最主要的是空气和流水。分生孢子一般在6月上旬插秧后（北方）开始分散到空中，但为数极少。7—8月分蘖期至孕穗期则空中孢子数量突然增加，此时为病害流行期。9月上旬以后，則又減少。一般而論，孢子分散以离地一公尺处为最多，愈高則愈少。如果以昼夜相比，則白天比夜間为少，可能与空气的溫度与湿度有关。天雨时空中无孢子，而风傳带孢子的距离、推测为2公里。分生孢子沉于水中的能活6日，浮于水面的能活25日，由此可見孢子經流水或灌溉水傳送亦可成为秧苗初次发病的来源。

苗期的初次侵染源旣如上述，則成株的侵染与苗期大致相同。一部分是去年越冬的分生孢子，而另一部分則是由苗期初次侵染后再生的分生孢子。成株期产生的分生孢子在田間大量的进行二次反复侵染，最后侵染穗頸及花器。

病菌的侵染須視水稻本身的抵抗力如何而定。水稻是好热性作物，如果气溫土溫降低，不利于水稻的生育，抗病力即行減低而病害发生迅速，因此北方稻区在生长期間气溫低（22°C以下）及多小雨时（飽和湿度），可以預測稻瘟病的发生。一切有关的条件大致如下：

一、气象条件：叶稻瘟在2—19°C的低溫环境中也能发病，不过病状的表現較迟，发病的最适溫度为20—22°C，出穗期如有6—7天的低溫（12—18°C），則穗頸瘟的发生一定严重。但无論溫度如何，如果沒有适当的湿度，病害仍难开展。由此可見，叶稻瘟病的发生，空气的湿度比空气的溫度更为重要。

我国南部地区(如广东一带)稻瘟病的发生及流行与气象的关系常因早晚稻而略有不同。一般說来，在全生長季节中沒有低于病原菌侵染的温度范圍,而在抽穗揚花期間也无 35°C 以上的抑制温度，因此温度的影响不如湿度为大。凡在抽穗揚花期間有一連几天多雾多露,則頸瘟必然发生。但是冬季稻則主要发生叶稻瘟,因为在分蘖生长时期,正遇到冷湿天气,适合于叶稻瘟的发生。

二、稻苗生育中最适的土壤温度为23—32°C,土温过高或过低都能影响其抗病力,低温时更甚,例如土温在 20°C 时,苗期稻瘟往往流行。因此,用山泉冷水灌田的也易于发生病害。

水稻生育期間要求田中湛水，如果过于亢旱則影响水稻发育而易于发病,故我国古时常将大旱与稻荒相結合,即此道理。

	稻热病苗枯死率（%）	
	I	II
干燥区	39.4	93.6
湿潤区	15.1	44.3
貯水区	2.4	16.9

三、土地条件:一般低洼而土层淺的粘土及腐殖質土易于发生叶瘟,排水良好的砂土及砂質壤土則易发生頸瘟。总之,排水不良的土壤易于发病。

四、栽培条件: 根据东北及天津渤海垦区的調查，晚播的病情严重。同一时期播种而插秧晚的比插秧早的严重。秧田播种量过多时亦易发病。一般水秧田发病不如陆秧田(东北)重。旱地直播对病害的关系不大，而产量也不減低。目前机械农場所行旱地直播成績很好。关于密植問題,根据天津渤海垦区的調查,合理密植可以适当的減輕发病。根据熊岳的試驗,每平方尺 100 株比 49 株的增产 16.2%。栽植不宜过深,过深則分蘖較少,发病增加。据日

本的研究，插秧淺的(3厘米)比普通的(6厘米)及深的(9厘米)为重。

灌漑时期及灌漑量与水稻发病关系很密切，自插秧期起至出穗期全期不灌水的发病最为严重，孕穗期以前干燥，以后灌水的比孕穗期以前灌水而以后干燥的发病为輕，全期灌水的发病最輕。叶稻瘟大发生时如果排水，則能增加穗頸稻热病的发生。

落水时期在乳熟期为佳。預測稻瘟将发生时，如将落水期推迟10—15日至黃熟时落水，可以减輕病情。这种效果只在大流行年才显著。

不論秧田或本田施用氮肥过多时常能誘致水稻抗病力的减低而发生病害。如以頸瘟为标准則氮、磷、鉀的比例为0.5:0.5:0.5时发病为9.7%，2:4:1为24.4%，2:1:4为27.6，2:2:2为27.4%，2:4:4为26.4%。由此可見，三要素肥料过多或其中之一过多，都能使病害加重。

有机肥中豆餅、綠肥及魚粉等以綠肥（紫云英）最易引起发病，豆餅及魚粉次之。无机肥料如硫銨及氰鈣等如适量使用，比較不易引起发病。在广东潮汕地区农民对于施肥的时期与发病的关系很有考究，早稻追肥不得迟于插秧后的20—25日，晚稻不得迟至插秧后的35—40日，如果在孕穗期施用追肥，那末危險性很大。

寄主范圍及水稻的抗病性　稻瘟病菌在人工接种的情况下可以侵染多种的禾本科植物。

据澤田謙田(1916)的研究，可以侵染大麦、小麦、裸麦，但在自然情况下不能寄生这些植物。据裘維蕃(1940)的研究可以用人工侵染小麦、大麦、烏麦(*Avena fatua*)、稗(*Echinochloa Crusgalli*)、羊茅(*Festuca ovina*)、早熟禾(*Poa spp*)、狗尾草(*Setaria viridis*)及 *vulpia bromides* 等。

在自然的侵染情况下，認为 *Piricularia* 有四个不同的种：

病原菌	主要寄主
1. *Piricularia oryzae*	水稻
2. *P. setariae*	狗尾草
3. *P. grisea*	蟋蟀草
4. *P. Zingiber*	姜、茗荷

水稻品种間对于稻瘟病的抗病力亦不一致。裘維蕃(1940)曾就455个品种中进行苗期鉴定得出6个比較高度抗病品种，而抗病品种以糯稻品种为多。东北有陆羽132号、国主、青森5号、嘉笠、富国、北海等品种。广东有白米粘、廉州白米、排芳术、秋县术、白箭、赤占及安南占等較抗病的品种。福建有南特号及青角蔓等抗病品种。江苏有中木樨球及314等抗病品种。一般而言，粳稻比秈稻的抗病力小。

同一品种在发育的各阶段亦具有不同的抗病性。一般品种在孕穗期的抗病力最低，抽穗的当天較高，四叶幼苗期更高，而以盛蘖期为最高。但有些品种在各阶段的抗病力都是一样的低；也有一些品种在孕穗前有高度的抗病性而孕穗后期則轉变为感病(例如江苏的中农4号)；又有一些则相反(例如江苏的314号)。

关于水稻品种之間抗病性差异的本质問題有許多看法。第一是关于机动細胞的硅化。柔膜的机动細胞在叶表比其他长短細胞易于受病菌的侵襲，因此叶片每单位面积中硅化細胞数量的增加，特别是机动細胞硅化数量的增加，就加强了它的抗病力，这种机动細胞硅化的数量与水稻的栽培环境亦有关系，例如在湛水的秧田中生长的稻秧的叶組織中，硅化机动細胞的数量远比在旱秧田中生长的为大。除了苗期以外，在水稻生长期中，田內的湛水与旱栽也影响水稻的抗病机构。一般栽在湛水田內的水稻，其叶片及穗

頸的表皮細胞的外壁較厚，而且有一层較厚的硅質，叶表又有較厚的角質，叶片上每单位面积中的硅化細胞量也增多，而且有更多的气孔具有硅化的卫細胞，这是同一品种在旱栽的情况下所不能达到的。此外，原来具有抗病性的品种，則在湛水栽培下，这种过程发生得更快而且更显著。

已經知道，氮肥过多的場合会誘发病害，从解剖的角度来看，过多的氮肥对于上述的硅化作用起了反影响。此外过多的氮减小了叶片及表皮細胞的厚度，同时又減少了厚角組織而增加了軟弱的薄膜組織。

光照对于寄主的抗病力有間接的作用（同时它对病原菌有直接作用）。稻苗受侵后放在半遮阴下，病斑发展得特别快，但在全黑暗下則又特别慢，在光照下則处于中間状态。这种情况只能用寄主体內存貯的营养和日光对病菌有不利的作用来解释。在全黑暗下，也就是在缺乏病菌的营养情况下，虽然消除了日光对病菌的不利作用，可是由于营养的限制，病菌的发展是很緩慢的。

关于水稻的形态和抗病力的关系也有許多观察。一般認为叶片靠紧而直立的品种，出穗期长的品种都是比較感病的，因为这类品种在出穗期間有更大的机会和更长的时間受到病菌的侵襲。

在抗病育种中，可以利用选种在当地选出理想的品种。目前利用野生稻的杂交也有許多成效，例如 *Oryzae Cubensis* 及 *Oryzae Sativa* 是感病的，*O.latifolia* 及 *O. minuta* 是高度抗病的。*O. sativa* X *O. minuta* 的第一代是抗病的，因此种間杂交及远緣杂交，应該是选育抗病品种的一个方向。

流行与預測　稻瘟的发生是有周期性的，不是直綫上升的，第一期是苗瘟，秧田期高温多湿容易发生；第二期是叶瘟，栽秧后接夏季情况，比較低温多雨，水稻发育迟緩容易发生；第三期是頸节

瘟，出穗期比較低温多湿或有台风后容易发生。

稻瘟的发生特点也是依照北部、中部及南部稻区的气候和品种而不同。南部稻区苗瘟及叶瘟比頸瘟和穗瘟严重；相反，北部稻区则頸瘟和穗瘟比較苗瘟和叶瘟严重。这是决定于南部苗期往往高温多雨，而北部穗期往往低温多雨的緣故。

如果进行空中孢子活动情形的調查以預测稻瘟的发生，可以采用甘油涂片捕捉孢子法。涂片平放在地上 3 尺处，过 24 小时更换玻片，用低倍鏡查察每单位面积（一張盖片 1.8×1.8 厘米）內的孢子数。必要时可以采用染色法鉴别孢子的死活。水田中空中的孢子在地上 3 尺以內的空气中最多，越高越少。晴天夜間湿度大时，孢子的产生最多，而白天干燥时捉捕不到孢子。

按照北部稻区的情况玻片上出現孢子是在叶瘟开始时，以后叶瘟扩展，孢子量亦增多，到出穗期孢子量达到当年的最高峰，以后逐漸减少，成熟期停止飞散。將出穗期作为頂点，可以画出每年孢子活动的曲綫，而且孢子的数量常和发病成为正相关。因此根据几年的测定，画出各种的曲綫后，可以依据当年孢子增加的动向，預测稻瘟的大发生。例如日本北部稻区出穗期为 8 月 20 左右，預测期应当是在 7 月 25 日至 8 月 10 日之間。在这一期中，单位面积所获孢子在第一个 5 天內为 22 个，第二个 5 天內为 38 个，第三个 5 天內为 133 个。这样的发展可以預测穗瘟的大流行。如果第一个 5 天內为 2 个，第二个 5 天內为 2 个，第三个 5 天內为 8 个，那末可以預测是一般的发病年，如果第一个 5 天为 2 个，第二个 5 天为 2 个，第三个五天为 2 个，那末也許可以断定本年是輕病年。

由于在 8 月 20 日出穗，8 月25 日齐穗，8 月 30 日乳熟，因此从 8 月 20 日至 8 月 30 日之間可以使用葯剂噴撒。

这样最晚在 8 月 10 日发預报至开始噴葯之間，尚有 10 天的

时間来作好一切准备。

要在各地做好预测预报的准备工作，必須要进行下述試驗：(一)了解当地大多数稻品种的出穗期、齐穗期及乳熟期。(二)至少通过重病年、平常年和輕病年的三个試测，以确定当地孢子活动量与发病的关系。

防治措施 稻瘟病的来源是多方面的。环境因素对病害的发生影响极大，因此防治稻瘟病，应采取綜合性的方法，主要环节是：

(一)改进栽培法，提高水稻抗病力——(1)应合理施肥，使磷、鉀的施用量为适当的比例、勿单純施用过多氮肥。(2)有机質肥料多的地区，稻瘟病重、应施用腐熟的有机肥。(3)适宜的灌溉，有的地区可以淺水勤灌、各地水源水量不同，应根据当地情况决定，(4)适当的早播，可減少苗期稻瘟病，早插秧可減少大田病害的发生。

(二)消灭病原菌——(1)种子处理——用福尔馬林浸种法，先將种子浸在水里，一至二日取出，瀝去水后用50倍液浸种三小时，用清水洗一、二次，再浸5—6日(东北情况)播种，沒有葯剂的地区，可用恒溫浸种法將种子放在45°C溫水中，浸三小时，然后按照当地习惯浸种，浸种数日后播种。(2)处理稻草——將水田附近一切零乱稻草，完全拾光。拾去后投于堆肥中使其充分发酵。稻草用途甚广，处理稻草困难至多，应根据当地情况，决定适当处理方法。

(三)种植抗病品种——选擇和培育抗病品种是极有效的办法。

(四)葯剂的使用——在稻瘟病发生极端严重的地区，可以考慮在抽穗前噴撒葯剂。目前应用而有效的有汞制剂及波尔多液。波尔多液可以在插秧前噴一次，分蘖初噴一次，孕穗时噴一次以及乳熟时噴一次。插秧前可以用1:2:200的公式，以后則用1:3:200

的公式。

如果用有机汞制剂，西力生（氯化乙基汞）加消石灰对籼稻和粳稻都沒有葯害，效果良好。秧田期可以用 1: 10 混合粉每亩 5 斤；分蘖期則用每亩 10 斤，抽穗期則用 10—16 斤。賽力散石灰对籼稻的各个发育阶段都有显著葯害，但对粳稻和糯稻則較少或沒有。噴葯的时期常因各地情况而有所不同，一般在苗叶盛发前一星期內各噴葯二次，对穗頸瘟則在齐穗期及乳熟前各噴葯一次。

第二节 稻胡麻斑病

水稻胡麻斑病是比稻瘟分布更为广泛的病害，但是在严重的程度上不如稻瘟。我国中部及南部稻区都受这一病害的严重为害，而且在水稻生长全期中任何一个阶段都受到侵襲。江苏、浙江一带的秧田中幼苗經常发生，有时沒有一張叶片上沒有病斑。在江苏的南部，个别地区常因严重的胡麻斑病而有成片的枯死。

这种病害所致的損失在于它抑制了幼苗的发育和减少谷实的重量。根据林傳光（1936）的研究，受病严重的幼苗比健全苗短 20.8%。受病谷实中輕病谷粒比健全谷粒的重量少 3.7%，而重病谷粒則比健全谷粒輕 9.0%。对于感病品种来說，受病幼苗的死亡率可以达到 10—58%。受病的子粒干縮在穎壳上形成大小不等的褐色斑。据一般的估計，受病田的产量减少 5% 至 15%。由此可見全国水稻区因胡麻斑病而遭受的損失。

病害研究的簡史 約在 1892 年左右，这一病害在日本（堀正太郎）及爪哇（Breda de Haan）发見。1916—20 年原摄祐开始研究病原菌的越冬方式及初次侵染的来源。西門义一等报告了有关防治法的研究。1920—21 年末松直次等研究了这一病害的寄生范



图 11. 稻胡麻斑病。

園和稻品种間的抗病性。1927年伊藤誠哉和栗林数卫发現了它的有性世代。

我国1936年魏景超和林傳光发表了关于稻胡麻斑病的研究，主要是关于病原菌的生理、侵染方式以及病害防治的研究。同年裘維蕃发表了水稻抗病选种試驗的結果，指出了水稻品种間抗病性的差异。

症状 症状可以分为輕症和重症两类：輕症是叶斑和谷斑，重症是苗枯及叶裂。在长江下游，症状的出現在五月中旬以至六月。插秧后的一个时期，病情往往停止发展，以后再度蔓延。

病斑发生在幼苗、叶片和谷实上，但幼苗出土后不久，芽鞘和幼根也能受侵。芽鞘上出現圓形以至卵圓形的褐色病斑，极少有呈条紋状的。須根上出現大型褐色的斑点，不久卽行死亡。如果幼苗生长很快，初生叶片从受侵的鞘中穿出来时，可以出現很多病斑或只有极少病斑。这时苗基可以長出新根而使幼苗継續生长。如果环境有利于发病，則幼苗的內部組織受侵而形成苗枯。

在成株的叶片上只表現不同程度的叶斑。受侵后24小时卽能形成針头大的以至圓形、眼形或卵圓形的褐色斑点（1.6—4×0.2—1.8毫米，有时长至14毫米），边緣紅褐色，中部深土褐色或土灰色，外圍有一圈灰綠的暈环。病斑有时也成为長条状，或互相联合成为片状。每一叶片上的病斑从几个以至几百个不等。

受侵植株在严重情况下比健全植株为矮，而且分蘖較少，抽穗較迟，穗形也小。更严重的叶片侵染，使叶破裂成条状或枯干。

谷实上的病斑同叶片上的沒有什么分别，只是病斑的形状較小。受侵較早的谷穗（孕穗期）花器可能不实。如果受侵时子房已发育（乳熟期），那末从穎間可以長出棕黑色的絨状分生孢子梗来。如果受侵时谷粒已經完全发育（黃熟期），那末內部的谷粒便不致

受侵，只有外面的颖片上产生病斑。穗轴也能受侵，受侵处变成深褐色，但不破裂。

这一病害的症状在早期很容易和稻瘟病相混淆。在潤湿的条件下，稻瘟的斑点是带淡綠色的，而胡麻斑病的斑点是褐色的，干燥时双方都是褐色的。后期的病斑易于区分，稻瘟病是大型的紡錘形斑，胡麻斑病是小型的杆状斑。

病原菌及其生物学 这一病害是由蠕孢菌 *Helminthosporium oryzae* 所致。它的子囊世代曾在培养基中見到，記述为 *Cochliobolus miyabeanus*。一般所見到的是它的分生孢子世代。

分生孢子梗一般由气孔穿出，每丛 2—5 支，很少突破表皮而出。有时菌絲在受害部外表蔓延时，也能長出分生孢子梗来。分生孢子梗長 172—473 微米，有 2—25 个隔膜，基部的細胞較大，寬約 7—20 微米，上部的細胞較細，寬約 5—13 微米。基部为暗棕色，上部淺淡。初生的分子孢子为頂生，其后的孢子都在前——孢子着生点的下侧着生。成熟的孢子飞散后，梗端留有屈曲的孢子着生痕。

分生孢子为倒棍棒形，向一方弯曲，有时为圓筒形或長橢圓形而不弯曲，基端有一极的附着点，有 2—13 个隔膜，分隔处无縊紋，暗褐色以至灰褐色（23—120×11—27 微米）。在水滴中行人工培养时，萌发的分生孢子常能生成一連串的二次分生孢子。这些二次分生孢子一般为单胞或双胞，很少是多細胞的。孢子为圓形或卵形以至橢圓形，很少是長橢圓形或圓筒形的，淡褐色以至无色（42—20×42—7 微米）。这一病菌在形态上的变异极大。分生孢子的尺度和色澤的差別，往往可以使人誤認为不同的种。我国发表的分生孢子尺度和日本、美国及印度的均有所不同，这种不同只能認为是生理或生态的变异。

根据伊藤誠哉及栗林数卫的研究，子囊壳为圓球形或扁球形，有喙孔（560—950×368—777 微米），壳壁黑色。子囊数甚多、圓柱形或長紡錘形（142—235×21—36 微米），其中有 1 至 8 个（大多为 4—6 个）子囊孢子，子囊孢子長綫条形，卷曲、有 6—15 个分隔，无色或淡棕綠色（25—468×9—6 微米。）

这一病菌的菌絲的生長和分生孢子萌发的溫度为25—30°C之間，但以 28°C 为最适宜，最低溫度为 2°C，最高溫度为 41°C。分生孢子萌发时主要由两端細胞各伸出一支芽管，管上有粘稠的鞘膜，管端有时稍稍膨大形成朵状或分枝的压力胞，中部細胞一般不萌发，但当两端細胞破碎时，則所有的細胞都能萌发。在培养基中有时也能形成細小黑色的菌核。菌絲生長的最适溫度在27—30°C之間；分生孢子的形成在 5°C 至35—38°C 之間；分生孢子在适溫下萌发时需要 92%以上的相对濕度。

分生孢子在干燥状态下能在室內保持二年而不失去其萌芽的能力。在 31°C下，相对濕度 20%时，分生孢子經 6 个月后沒有失去多少存活力，相对濕度为 45%时，可以存活 6 个月，但相对濕度增至 95%时，則 1 个月后卽不复能萌发，因此，在許多冬季干燥的地区分生孢子是可以越冬的。寄生組織內的菌絲保持在室內的干燥状态下，可以經过 3 年不致死亡。在受病种子中的菌絲至少可以存活 4 年。如果在田地中沒有經过发酵分解，也能够存活过冬。

侵染循环　初次侵染的来源有两种：一种为殘存田間，未經发酵分解的稻秆上的菌絲，另一种为附着在谷种表面的分生孢子或潜伏在谷穎中的菌絲。当病种子播种后，存活的分生孢子或潜在的菌絲首先侵入幼苗，形成苗枯。田間殘秆上的菌絲当稻秧时期，正好形成新的分生孢子而分散，这些孢子初次侵染幼叶而生成病斑。

分生孢子达到叶片上时，在高温度下萌发而伸出芽管，芽管周圍分泌一种粘稠物質，使它与寄主表面密切附着；此时芽管的末端膨大成为压力胞，然后伸出侵入絲，侵入寄主表皮，有时也能从气孔侵入，但侵入气孔时常不形成压力胞。通过气孔时的菌絲很細，到气孔下室后又膨大，很象銹菌的侵入小麦一样。

在最适条件下，侵入一昼夜后卽能形成分生孢子，因此病斑的蔓延极为迅速。整个生长发育期中，苗期发病最快，叶片生长旺盛时稍慢，到孕穗期穗鞘和穗上又易于受侵。谷实受病的程度視受侵的迟早而异，受侵愈早，損失愈大。侵入时要求很高的湿度，在22°C时如果沒有10小时的高湿，也难发生大量的侵染。侵入后的潜育期是随温度和光照而异的，高温和遮阴縮短了潜育期；相反，低温和强光延长了潜育期。

发病条件　这一病害是喜好高溫多湿的。发病最适温度为25—30°C之間，需要水滴而且要空气中有飽和湿度。因此南方多雨地带，这一病害的发生也多。

稻田中如缺少水分，这一病害的发生就比較严重。水稻缺少水分时，一般降低了它的抗病力。有人以为田中干些可以减少空气中的湿度，因此减輕发病，那是錯誤的看法。

凡是酸性反应过强的土壤容易引起本病的发生．这些土壤大多是富有腐殖質酸或排水不良的田地，无法落水灌水以控制土壤中的給气情况。对于肥料方面，与稻瘟病相反，在缺肥的情况下为易于发生。

多暴风雨的地方，这种病也易于发生，主要因为叶片磨擦受損，便于侵入。

寄生范圍及抗病品种　除了水稻外，胡麻斑病菌还可以侵染稗、蟋蟀草等禾本科杂草，在接种試驗下可以侵染大麦、玉米、粟、

小麦、燕麦及野麦等。由此可見，他的寄主范圍是很广的。

根据林傳光的研究，水稻品种間的差异很大，而且苗期、成株和穗期的抵抗性是不一样的。生长各期全部抗病的很少。裘維蕃用苗期接种法进一步选出了抗病的糯稻和籼稻品种（1531及261号），这两个品种經几年来的試驗都是一貫抗病的。由此可見选擇抗病品种是有希望的，但要注意生理专化性問題，这一病菌也有生理小种的存在。

防治要点　这一病害的防治，完全可以按照稻瘟病办理，因为它的侵染循环是和稻瘟病十分相似的。而且防治了稻瘟，必然也防治了这一病害。但是在种子处理时，如果用溫湯浸种，則須将种子先浸在冷水中一夜，然后浸入55°C水中5分鈡，取出立刻投入冷水冷却，幷晾干应用。

第三节　稻白叶枯病

稻白叶枯病（发瘟）过去在福建沿海等地有零星发生，約有50余年的历史，一直不很重要。現在除了西南几省还沒有报导外，已經遍及全国的主要产稻区，其中包括湖北、湖南、江西、安徽、江苏、浙江、福建、广东等省，个别地区发生严重，如湖北鄂城、大冶、阳新一带損失达60%，安徽宣城个别地区減产10—15%，最高达30%。广东海南等六县損失曾达5—25%。

病害的发生可以从苗期以至孕穗期，特别以孕穗期为重。江浙一带大概在8—9月間，福建等地則在7—8月間，在广东則有两期：5—7月和8—10月。

症状　典型的稻白叶枯病是从稻叶尖端或叶緣形成条斑；初起时是暗綠色，后变黃色，再变黃褐色，病斑边緣有时呈波紋状。

在早晚湿度大时，有黄白色的溢出物，最后病斑变为枯白。症状也因品种与环境条件的不同而有差异，例如在粳稻叶上病斑的颜色比較灰白。在广东的情况下，在叶片各部形成不連續的条斑。这是因品种和气候的影响所致。

在秧苗上发生的症状和成株上发生的基本上相同，但是溢出物不显著。在初期条斑的寬度为 0.5—1 毫米，长度为 3—5 毫米，暗綠色水漬状，受到大叶脉的限制，但扩大时也可以超越大叶脉而形成斑块。溢出物一般是琥珀色。叶片死后，溢出物可以变硬而成为琥珀色小粒。

病原細菌及其生物学 白叶枯病的病原菌是一种黄色杆状細菌（*Xanthomonas oryzae*＝*Pseudomonas oryzae*）。这种杆状菌在它的一端有鞭毛；它的菌落是带黄色的。

細菌发育的最适温度为 25—30°C，超过 40°C 或低于 10°C 都能使它停止发育或不增殖；一般在 35°C 以上便发育不良。致死温时为 53°C 5 分鐘。

在白叶枯病的发生中常常发現一种伴随着的周鞭細菌 *Erwinia oryzae*，这种細菌的菌落是白色而微带乳黄色的。发育的最适温度为 30°C，超过 40°C 就停止发育。过去有人以为它就是本病的病原菌，但是后来发現它和 *Xanthomonas* 是有协生作用的，由于它在受病組織中繁殖，加速而增强了病势和病情。

在我国除了上述的一种黄色杆菌外，另外在禾本科杂草李氏禾（*Leersia hexandra*）上分离得一种黄色杆菌。它也可以侵染水稻，发生类似的症状。經方中达鉴定是一个新种（*Xanthomonas Leersia*）。

在匈牙利及苏联另外有一种侵染水稻的細菌（*Pseudomonas oryzicola*），这种細菌可以侵染莖节、穗及子实，产生灰褐色以至黑

褐色的病斑，在我国亦有分布。

在日本北海道发見的稻粒黑腐細菌（*Xanthomonas itoania*），在朝鮮和我国台灣和东北部曾发見，但不重要。

除方中达的新种外，現將已发表的三种細菌的形态和生理特征区别如下：

病原細菌	菌落色澤	尺度	格蘭氏染色	明胶液化	硝酸还原	淀粉消解	糖分解			吲哚試驗	氨	硫化氫	石蕊試驗
							葡萄糖	乳糖	蔗糖				
Xanthomonas oryzae	蜡黄色	0.5—0.8 × 1.2—2	−	−	−		+	+	+	−	−	+	+
Pseudomonas oyzicolas	嗜白色	1.3 × 2.5—3.5	−	+	−	−	+	−	+	−	+	−	+
Xanthomonas itoana	黃色	0.5—0.8 × 1.2—3.0	−	−	+	−	−	−	−	+	−		−

侵染循环 稻白叶枯病細菌的主要来源最可能有二种：带菌的种子及受病的杂草。至于是否亦可能由土壤和病殘株傳带，目前在中国沒有証明而日本方面的結論不一致。一般說来，水稻种子中带有这种細菌，而且越冬后仍能存活。此外，在华南有一种杂草称作游草或李氏禾上的同类細菌可以侵染水稻，而水稻上的細菌也可以侵染李氏禾。在日本重要的越冬寄主有鞘糠草（*Leersia oryzoides* Var. *Japonica*）。此外，茭白（*Zizania aquatica*）亦可受侵。人工接种尙可侵染虉草（*Phalaris arundinacea*）、芦葦（*Phragnutes Communis*）和柳叶箬（*Isachne globosa*）等禾本科植物。

細菌侵入的方式有两个途徑：一个是从气孔或水孔进入叶片組織內，另一个是通过伤口进入組織內。凡是淹水或多露的場合，

細菌易于从气孔侵入，因为細菌在水中的活动力及生存力均較强。有时甚至叶尖浸在水中亦容易发生白叶枯病。凡稻叶受伤或因摩擦后受了表皮伤的都容易发生这一病害。因此，在生长期后期遭遇暴风雨后，很快就发病。此外，在洪水或潮水氾濫的地带，也容易发病。总之，不論暴风或洪水都可以使叶片受伤，减低稻的生活力，因此降低了抗病力。

病原細菌从气孔或伤口侵入以后，卽进入維管束中，幷在維管束中滋生繁殖。因此，此时在叶尖的水孔处的水滴中可以見到黄色混浊的滲出物。当細菌发展到一定的阶段便突破維管束而进入周圍的組織中。細菌的进入种子，可能是在揚花期从花器侵入的。

发病条件 大气温湿度和水稻生育期与稻白叶枯病的发生有密切关系。多雨而湿度高有利于病害的发生。但是病害在后期的发生与温度和水稻的发育阶段有关。早期温度較低，病害的潜育期長达二星期，而后期温度高时，潜育期只有3天左右。水稻从分蘖末期开始，病害的发生便轉重轉快，似乎进入这一发育期后抗病性特别低。

病害的发生和氮肥有关，氮肥多则病重，施肥太晚的亦有同样情况。此外，土質、地势和栽培技术等对于发病亦有一定的影响。例如沒有很好的控制灌排水，以致灌水过深，移植后返青迟緩，都能促使病情的加重。

在預测方面，目前已知在华南和华东如果霉雨期迟或長则有流行的可能。

抗病性和抗病品种 抗病性是随着水稻生長活力的高低而有变动的。譬如洪水氾濫或暴风雨都可以降低水稻的生活力，因此导致发病。又如过量施氮肥时原形質也起了变化，降低了抗病力。此外，水稻在抽穗时抗病力低，因此早抽穗的往往遭遇病害的侵襲

而发病。

稻品种之間，显然有不同的抗病程度，一般說来秈稻的抗病力弱、粳稻中等，而糯稻的抗病力最强。但同属秈稻品种，也还有程度的不同。江苏的"矮黄"，浙江的"白壳晚"，福建的"野谷"和湖北的"糯谷秆"都是比較抗病的品种。在日本曾注意到稻品种的叶片下垂与抗病性的关系，下垂度小的，叶色淡的比較抗病。叶片下垂度小叶尖不易接触水面，所以不易受侵。

防治問題　一、种子的处理：由于种子带有病原細菌，进行換种或种子处理可以收得一定的效果。种子处理的方法比較有效的有下述数种：(1)先用 1:300 福尔馬林液直接处理 3 小时，然后浸种催芽，待种子萌发时再用 9%过磷酸鈣液浸 3 小时；(2)用 0.03% 升汞液浸种24小时；(3)用磷酸乙基汞 0.03% 拌种。

二、刈除田間及田畔杂草寄主。

三、栽培管理和改变耕作制度：例如适当施用氮肥，淺灌勤排。采取措施使成熟提早，躲避病害并增强植株的抗病力。在长江中下游地区，特别是早中稻混栽地区，稻白叶枯病为害最烈；因此在有条件的地区，可以因地制宜，逐步淘汰中稻，以避免稻白叶枯病盛发期的威胁。

四、发現中心病株或病区时，可以采用波尔多液 1:3:200 及石硫合剂 (0.5°Bé) 等。在强酸性地区（即需要石灰作肥料的地区），可以噴撒石灰(10 斤消石灰加 60—80 斤草木灰)。

第四节　稻紋枯病及菌核病

1. 稻紋枯病

这一病害主要分布在亚洲产稻区。在美洲稻区亦有发現，但

极不重要。我国以南部稻区为普遍，主要分布在江苏、浙江、福建及台灣等地。个别地区的侵染率达10%至70%。受病的稻株蒙受的损失，視侵染的迟早而异，早期侵染的損失較大。发病严重的地区米粒的减收可以达10%—20%，而且品質低劣。

症状　自苗期以至穗期均能受侵而发病，但是以分蘖至抽穗期間为害最盛。主要症状表現在叶鞘上，其次为叶片，有时亦能侵染穗頸。

叶鞘上的症状最初为暗綠色不規則的病痕。病痕的边緣不明确，扩大时形成橢圓形或云头状。病痕的中央部分成为淡灰綠色以至淡褐色，最后成为灰白色。边緣一般为暗綠色以至暗褐色。病痕一般直徑为2—5厘米，亦有达7—8厘米的，病痕互相愈合，形成大斑，尤以接近叶片的基部处特别多。

在老病痕上可以見到一些污白色的菌絲块团，其后逐漸轉变成褐色的菌核。这些菌核沒有一定的形状，尺度为1—3毫米。在发病全盛期，病痕处可以見到一些霜状的白色菌絲。这是病原菌的有性世代，干燥后卽行消失。

除了主要侵染叶鞘外，叶片上亦能产生类似的症状，而穗頸受侵后很象稻瘟病的頸瘟，但紋枯病所表現的頸痕为湿潤的污綠色，而且組織很快便腐朽。

病原菌　1919年日本三宅市郎最初在日本观察此病而認为其病原菌为 *Slerotium irregulare*。其后澤田謙吉認为此菌卽为 *Hypochnus sasakii*。松本巍（1933—34）及魏景超(1934)等均各自認为此菌的有性世代与 *Corticium* 很难区别。松本巍便将学名改为 *Corticium Sasakii*。但他認为本菌与 *Corticium Vagum* (*Rhizoctonia Solani*)是有区别的。

本菌的菌絲既蔓延在寄主的組織內，亦蔓延到組織的外表。

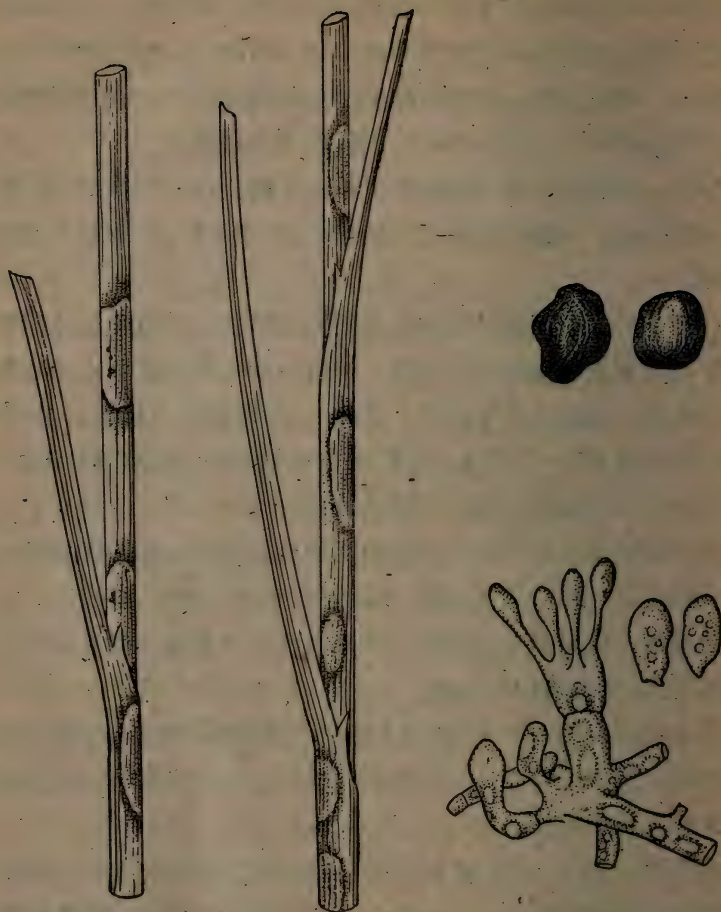


图 12. 稻紋枯病。

菌絲細胞为淡褐色，細胞的尺度为 70—230×3—7 微米。菌絲綜錯相結成白色菌絲块，逐漸变成暗褐色的菌核。

菌核的形状不規則(1—3 毫米)。在水稻抽穗前后，病痕上出現白色霜状的子实层。在子实层中产生倒卵形以至倒棍棒状的担

子，尺度为8—13×8—9微米，其上有4个小梗，担孢子为卵形以至椭圆形，基端尖削，尺度为6—10×5—7微米。

根据松本等的研究本菌絲与 *Rhizoctonia Solani* 显然有区别。这些区別可以总結如下：

Corticium Sasakii (=*Hypochnus Sasakii*)	*Corticium Vagum* (=*Rhizoctoria Solani*)
A. 形态上的特征：	
1. 菌絲：5—11微米，一般为6—8微米。	7—13微米：一般为8—12微米
2. 菌核：7—18×22—37微米，	15—26×26—50微米
B. 生理上的特性：	
1. 在酚紅——Czapek氏洋菜上：大多数在一星期內呈現桃紅或猩紅色，表示硷度增高。	呈現淡橙色，表示硷度的增高較少。
2. 在溴甲苯酚紫——Duygar氏洋菜上：8天后全成为芥子黃，表示向酸性方面轉移。	呈現銹黃，表示向酸性方面的轉移較少。
3. 在苯氨基盐——Czapek氏洋菜上：生长相当良好	对生长有显著的抑制作用
4. 在鞣酸馬鈴薯洋菜上：可以忍受鞣酸	不能忍受鞣酸
5. 菌絲的接合：在不同品系間发生菌絲的接合。	不能与前者发生接合
6. 温度反应：在28—31°C間生长迅速。	在22°至31°C之間生长迟緩。最适温度較前者为低。

这一病菌显然属于高溫类型，发育的最适溫度为30°C左右，最低为15°C以下，最高为38°C。在12—15°C时开始形成菌核，但在30—32°C之間形成得最多，超过了40°C就不再形成。

侵染循环　病菌以菌核越冬的事实已无問題。在秋翻和灌水的田中，这些菌核还有30%在越冬后能保持其存活力。有些研究說明菌核泡在8—9厘米的水中可以存活224天，暴露在日光下

(35—69°C) 經 34 天卽开始失去活力。在田中菌核最長可以活 21 个月。因此在插秧期間，水面上浮悬的菌核是初次侵染的主要来源。在病殘株中的菌絲无論在室內或戶外，无論为干燥或潮湿，可以存活 3—7 个月。理論上殘株中的菌絲可能也是初次侵染源之一，但实际上在插秧时，田間很少还留存具有活菌絲的稻草。病草秆虽有作为初次侵染源的可能，但极不重要。

侵染时菌核上先長出菌絲，当菌核靠近稻株时，菌絲便侵入叶鞘，形成病痕。病痕中長出气生菌絲再向叶鞘的上部蔓延。同时当叶片伸展接触了病痕时，菌絲便侵染叶片，也以同样的方式侵染其他植株。由此可見，在初次侵染时，菌核是依靠灌溉水来傳布的。在二次侵染中，菌絲是依靠接触傳布的。本菌虽然在适当的时期产生担孢子，但是担孢子的傳布及侵染作用还不明了。

菌絲在侵入时是通过叶鞘的合縫，进入叶鞘的內面，然后从鞘的內側气孔中侵入，一般不从叶鞘的外表气孔侵入。侵入前菌絲的尖端先形成压力胞。

菌絲侵入水稻的最适气溫为 28—32°C。如果在这种溫度下有足够的水分，經 18—24 小时卽侵入完毕。溫度 36°C 时卽不复侵入。松本巍等用凤眼兰(*Eichlorina Crassipes*)为寄主，用本菌接种时，最低的相对湿度不得少于 85—88%。最适溫度为 28°C，最低为 16°C，最高为 34°C。这些要求与侵染水稻的极相似。侵染时时湿时干可以增进发病，而太阳光照能减少侵染，大概因为光綫有抑制菌核萌发的能力之故。然而光照对菌核的形成却有促进作用。

影响发病的条件　病害的发生主要受到溫度和湿度的限制。在中部稻区，以 7—9 月間的气溫和降雨为最重要。如果 7 月中的气溫高，那末发病便提早，如果 8—9 月中的雨量又多，那末此时的

蔓延便非常迅速。关于肥料和灌水問題上，这一病害的要求和稻瘟病是相同的，那便是多氮和干燥的田易于引起发病。由于菌絲的生长的酸度要求在 pH 7.8 以下(最适为 pH 5.4—6.7)，因此土壤的酸硷度也能影响发病。北方硷土地带此病較少发現。

最可以注意的是水中如果含有 0.01% 的食盐时，侵染即开始减少，当含盐量达 1% 时，即不复侵入。当然，1% 的含盐量足以使稻苗致死，但在微量时是无妨的，因此沿海水稻田，因水中含有一定的盐分，这种病害是极少发生的。栽培上直播和密植也往往增加病情。

寄主范圍 这一病菌的寄主极为广泛，在自然情况下可以侵染11科的植物：菊科、伞形科、田麻科、豆科、十字花科、蓼科、旋花科、唇形科、桑科、樟科和禾本科。其中重要的除水稻外，还有玉米、茭白、粟、甘蔗、花生、豆类、甘薯、桑树和樟树等。如果用人工接种，可以侵染 32 科 188 种以上的植物。稻品种中还沒有見到品种之間的抗病性的差异。

防治要点 防治稻紋枯病的关鍵問題便是如何消灭田間的菌核。但是这是非常困难的，因为它的存活力强而且杂草寄主很多。这些田畔的杂草寄主是供給菌核的另一来源。为了要达到减少或消灭菌核，只有实行秋翻。在病情严重的田中，可以将病稻散布在田面进行燒毁，这样旣可以消灭秆中的菌核以免傳播到别的地方，同时也可以使土面加热消灭落在田中的菌核。此外，只有提倡施肥灌漑及适当密植(不能太密)等办法。

在十分必要时也可以考虑使用药剂。据日本的試驗，在 7 月及 8 月或 8 月及 9 月(視发病迟早而异)各撒布加用松脂展着剂的波尔多液 2 次，则发病率可以从 69% 降至 1% 以下。用水銀制剂粉剂撒布亦可。

2. 水稻菌核病

水稻菌核病是我国中部、南部和西南水稻区流行的病害。在流行的年份有些地区可以酿成巨大的损失。因为受病稻株的基部腐朽而倒伏，在严重的情况下米粒的减产可以达 40%。

这一病害不但在我国流行，而且也是欧、亚、美三洲水稻区共同認为有威胁性的病害。例如保加利亚、印度、錫兰、越南、葡萄牙、菲律宾、緬甸和美国等。美国南部稻区损失曾經高达 75%。菲律宾的损失曾經在 30% 至 80% 之間。由此可見这一病害在一定的地区内是相当重要的。

菌核病有多种类型。在我国流行的主要是小球菌核病。这一类型分布在中部、南部和云南一带。这是一个侵染力最强的类型。另一类型为球状菌核病，它虽然分布在我国南部、中部和四川一带，但为害不大。此外，在台灣另有一种叫褐色菌核病的。虽然其他地区亦有分布，为害也不大。这些类型在症状上及病原菌的形态上是有区别的。

症状 受到小球核菌侵染的稻株，一般在 7—8 月开始发病，9 月至 10 月間是发病最严重的时期。初起时在水平面处的叶鞘上产生黑色的病斑，从这些病斑上又延伸出黑色的縱行的綫条紋来。病斑不但向上下扩大，而且也向內部发展，直达莖部，使莖基包括鞘基的一部組織变黑而腐朽，以至上部黄枯或因折断而倒伏。在病部內側可以見到无数黑色圓球形菌核，其平均直徑为 0.25 毫米。

球状菌核病的发生也是不很严重的。受侵的植株的叶鞘下部失綠变黄，逐漸使叶鞘枯死，但不致形成全株死亡或倒伏，在叶鞘的表面及內側产生数目不定的菌核。这些菌核比小球菌核为大（尺度 0.5 毫米），栗褐色以至黑褐色，圓球形。

褐色菌核病发生在抽穗期以至收获前。侵入处亦是在叶鞘基部接近水面处。开始形成褐色椭圓形的病斑，往往几个集合在一处，病斑尺度为 0.5—1 厘米，中央灰褐色，周圍有深褐色的暈圈。这些病斑有时因互相愈合而在外表上很象紋枯病的症状。菌核产生在叶鞘病組織的內側，它們是短圓柱形，深褐色，1×0.33 毫米。从病斑表面可以透視出內側菌核的存在。

病原菌　这三个类型的菌核病是由三个不同的菌种所引致的，它們的无性世代之一都是属于 *Sclerotium* 这个半知菌类的属內。过去小球菌核菌称为 *Sclerotium oryzae*，但是 1932 年 Tullis 发現蠕孢菌 *Helminthosporium Sigmoideum*，是这一核菌的另一分生孢子世代，而且也发現一种子囊菌 *Leptosphaeria Salvinii* 就是它的完全世代，因此，这一个病菌就具有两个无性世代的名字。

球状菌核菌 *Sclerotium hydrophilum* 至今还沒有发見其他分生孢子世代，也沒有发見完全世代。

褐色菌核菌 *Sclerotium oryzae-sativae* 至今也沒有发現过其他世代。

由于小球菌核菌具有多种孢子，因此，可以将它的形态詳細地加以描述，而其他两种只須作一对比。

小球菌核菌的菌核是圓球形，外表黑色而有光澤，直徑为 220—305 微米。横断面显示分成 2 层，外层为深黑褐色，內层为淡棕色。在叶鞘上病斑的表面或在浮水的菌核面常产生分生孢子世代，分生孢子梗单生或丛生，有 2—5 个分隔，60—180×4—5 微米，深棕色。分生孢子为新月形或弯梭形，有 3 个分隔，中央 2 个細胞的色澤特別深，两端的細胞淺淡以至无色；在分隔处，略微凹縊，30—74×10—15 微米。

根据菌核的形态，可以将上述三个类型作一检索：

1. 菌核短圆柱形（670—1890×305—366 微米），深褐色。*S. Oryzae-sativae*（褐色菌核菌）。
2. 菌核圆球形，黑色。
   a. 菌核小（245—490 微米），形成的数量較少。*S. hydrophilum*（球状菌核菌）
   b. 菌核极小（145—180×85—122 微米），表面有光澤，形成的数量多。

S. oryzae Catt. (=*Helminthosporium Sigmoideum* =*Leptosphaeria salvinii*)

三种菌核病菌的生长发育，在温度的要求上亦各有差异：

	S. oryzae	*S. oryzae-salivae*	*S. hydrophilum*
最适温度	25—30°C	±30°C	30—32°C
最低温度	<15°C	<15°C	<15°C
最高温度	38°C	38°C	39°C
菌核形成	25—30°C	25—30°C	25—30°C

从上面的資料可以看出，球状菌核菌要求的生长温度較高，而小球菌核菌要求的温度較低。但是对于形成菌核的温度没有区别。

小球菌核菌的生长要求偏于酸性的方面，最适于它生长的pH为4—6.1。

侵染循环及防治 关于侵染循环，可以将小球菌核菌为例。小球菌核菌是以菌核来过冬的。把菌核放在室內干燥的土壤中可以存活 190 天。把它埋在潤湿的水田土中可以存活 133 天；把它沉在水中，至少可以活 319 天；把它存貯在加木栓的种子瓶中，可

以存活 525 天。如果在干土表面在日光下暴露总时数达 133 小时后即逐渐失去其活力，145 小时后完全失去其活力。如果把菌核存放在 20°C 下，可以存活 3 年；在 25°C 下，可以存活 10 至 13 个月；在 35°C 下，活 4 个月，但是把菌核沉入水中时即使温度在 30°C 下，也能活一年。可見日光、高温和干燥都不利于菌核的生存，而潤湿低温反可以維持其較长的活力。初次侵染的来源为越冬的菌核是沒有疑問的，这些菌核經灌溉水而傳布。在幼苗时侵染，除侵入鞘基外，还能侵入根部。但是 6 个星期后就不再有侵入根部的能力，而且对水稻上部侵染的能力亦漸減弱。

至于小球菌核菌所产生的分生孢子以及偶然发見的子囊孢子的作用至今尚不明了。

从发病的要求来看，这一病害和紋枯病及稻瘟病有許多类似之处，因此在防治法上可以参考紋枯病。

第五节 稻白杆(恶苗)病

白杆病(又称恶苗病)是一种分布很广的稻病，南方从海南島起一直到东北的水稻区，都有这一病害的发生。中南稻区和华南稻区包括广西是一个重要的白杆病区。广西 1954 年发病达 48 县，面积达 18 万亩，个别严重的田达 80% 以上。同一株穴內并非是全部受病的，只有个别植株表现症状。苏州农民称之为白杆，天津农民称之为米秧；广西称为标茅或标公，日本人称之为“馬鹿苗”，意思便是“恶苗”。

症状 一般受病的稻苗，常比較纤长，在抽出第二或第三叶时便可以看出来。病苗的叶片为黃綠色，比健全的为高，在田間观察时，并非許多病株丛集在一起，而是个别的病株散布在田間。幼

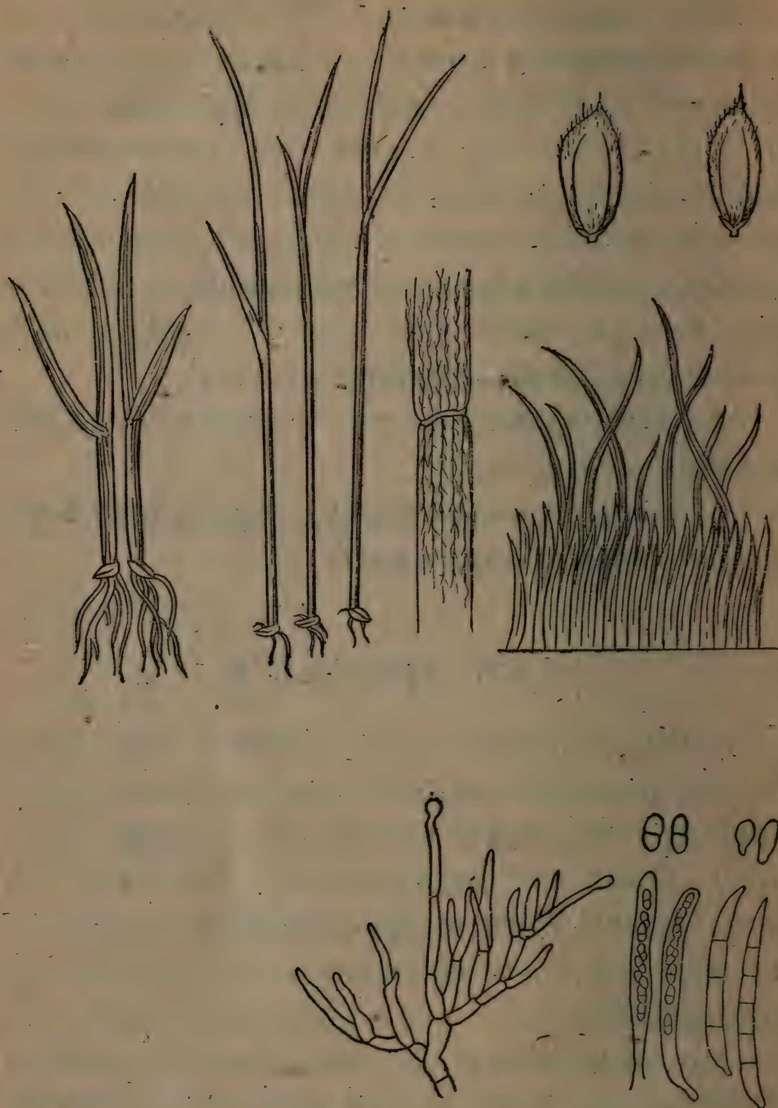


图 13. 稻白杆(恶苗)病。

苗受病重的長到7至8寸时便枯死。受病輕的可以繼續生長至稻成熟时。这类輕病株在生長期中在下部节上可以見到发生倒生的須根很多。节部及其外圍的叶鞘漸漸变成褐色，上面長出白色以至粉紅色的粘稠物，这时稻株就早死。凡是受病的稻株一般都是单秆不分蘖的，而且不能抽穗，有时偶然抽穗也只有极少数不实的空谷。

病害的发生虽然从秧期至抽穗期均有可能，但是以分蘖期发生得最多。无論播种迟早，秧苗上症状的开始出現总是在同一时期。这說明病害的发生和症状的出現主要决定于气温。在田間观察时，当健秧达21厘米左右，病苗已伸長至26—28厘米。这时健苗尙未拔节而病苗上已有2—3个节。在广西的情况下病株約有$\frac{1}{3}$不分蘖，其中有$\frac{1}{5}$枯死。

在生長期間，由于病株一般長得較快較高，因此很容易識別病株的存在。但是，病稻不一定发生徒長現象，有时发生矮化現象，有时与正常健株沒有高矮的区分。这种是否徒長或矮化和病苗的生理小种有关。

受病苗的根部有时发育受到抑制，有时由于过度的分根而成为辮状。总之，白秆病的症状是非常多样性的，須視当地的菌系及水稻的品种而异。

病原菌及其生物学 病原菌有两个世代，一个是有性世代，属于子囊菌 *Gibberella Fujikuroi* (Sow) Wollenw；另一个是无性世代属于鐮刀菌 *Fusarium monili forme* Sheld。分生孢子梗是双分叉的，无色，頂端生大型分生孢子。大型分生孢子为新月形或長紡錘形，两端弯曲尖削，无色透明，有1—5个隔膜(17—28×2.5—4.5微米)。小型分生孢子为卵圓形、橢圓形或長卵形，无隔膜

(5.5—11.5×2.5—4.5 微米)。

有性世代的子囊壳发生在寄主的組織外，藍黑色，球形或卵形，表面凹凸不平 (240—360×220—420 微米)。子囊为圓筒形，基端細而上部圓(96—120×8—12 微米)，每囊中有孢子 8 枚。子囊孢子长橢圓形，有一个隔膜，分隔处稍縊(5.5—11.5×2.5—4.5 微米)。

菌絲生长的最适溫度为 25—30°C 之間，說明这一病菌是喜爱高温的。超过 40°C 或低于 2°C 时生长就受到抑制。菌絲在生长发育的过程中分泌出一种毒素，这种毒素可以刺激或抑制水稻的伸长，这种毒素可以分为两类：一类为鐮刀菌酸 ($C_{12}H_{13}NO_2$)，它可以抑制水稻的伸长，另一类为白杆菌素(又称赤霉素)“Gibberellin，能促进水稻的伸长。

根据裘維蕃的研究，用不同的白杆菌来在合成液体培养基中培养后，将它們的培养濾液加入水稻苗的营养液中，观察其对稻苗生长的影响，結果不同的菌系表現的現象可以归为三类；(一)促使稻苗徒长；(二)抑制稻苗生长；(三)沒有显著的影响。由此可見，即使沒有病菌的寄生，而有病菌的分泌物时，也能获得一定的症状。

侵染循环及环境条件 初次侵染的来源主要是带菌的种子，其次是沒有分解的病杆中的菌絲。在干燥条件下菌絲可以存活 3 年而孢子可以存活 2 年之久，但在土面及土壤中則存活的极少。菌絲在病杆中如不在土壤表面或土壤內的，可以成为初次侵染源。带菌种子萌芽后，潜伏的菌絲便形成半系統侵染(不能侵入穗部)。有时发育弱的幼苗遭遇未分解病杆中的菌絲时，亦可以被侵入而形成半系統侵染。

菌絲在体內蔓延到一定程度时，稻的节間及鞘部开始变褐而

产生大小型分生孢子(此时体外出现粉紅色和白色粘稠物)。当水稻出穗开花时，分生孢子卽分散而侵入花器。从出穗到成熟，最易受侵的时期为头三个星期，过了第五个星期卽不能侵入。由于如此，不但外表有褐色病斑的谷粒潜伏菌絲，有时外表非常健全的谷粒中亦有菌絲。

病害的发生与土壤温度有相当的关系，土温在 35°C 时最适于幼苗的受侵。当土温降低至 25°C 时，还有徒長現象，但降至 20°C 时就沒有症状。如果土温升至 40°C，水稻的生長延迟，症状也不出現。实际上不論在 20°C 或 25°C，外表可能沒有症状，然而菌絲已經侵入內部。这說明了为什么不論播种迟早，必須要达到一定的温度时，才能出現症状。

根据瀨戶的研究，土温和肥料的种类对于发病的影响可以分为两方面：土温往往对于稻苗的抗病力的影响大于对病菌的生長。肥料往往对于病菌生長及其侵襲力的影响大于对稻苗的生長。似乎水稻生長最速的温度也就是对白秆病抗病力最低的温度。瀨戶将水稻抗病力以W表示，病菌侵襲力以A表示。如果A－W<O，病菌就不能侵入水稻的幼苗。如果 A－W＝O，那末 A＝W，病菌可以侵入，但不能致病。如果 A－W>O，那末病菌侵入而且发病。这些符号不过表示寄主和寄生菌之間的相互关系。这种关系是和外界条件，特别是和温度、营养和品种密切联系的。

白秆病菌除对于水稻能侵染而发生徒長不实等現象外，也能侵染玉米、稷、高粱、甘蔗及大麦等，此外它还能抑制小米种子的发芽。

水稻品种之間有抗病与感病的区别，但是沒有免疫的。一般說来，糯稻品种比秈稻品种抗病性强些。

防治要点　这一病害的主要侵染源是带菌的种子，因此种子

处理可以收到相当大的效果。

将种子侵入1%福尔馬林液中15分鈡，可以将带菌种子从88.9%降至0.36%；侵入0.5%烏斯布隆液中可以降至1.68%；温湯55°C浸30分鈡，可以全部消除带菌种子中的活菌綵。

浸种不如葯剂拌种为簡便。用0.3%賽力散、0.1%谷仁乐生拌种也可以收到很大效果。此外，江西采用人尿浸种，凡浸7小时的收到很好效果，超过7小时会妨碍发芽，浸12小时的全不发芽。

种子在处理前首先要注意选去空谷，同时要注意脫粒时勿使谷种受伤过多。受伤谷易于受到土壤中其他寄生菌的寄生而降低了稻苗的抗病力。因此，用机械脫粒时要适当掌握周轉的速度。

第六节　水稻烂秧

烂秧为水稻苗期非常重要的病害，近几年来在全国各水稻区严重地发生。1951年浙江、福建、江西、湖南、广东及四川等省烂秧的面积一般为30%，最高达60%。1953年中南区受病田为30—40%，最重为90%，华东閩、浙、苏为15—30%，最重为80%，西南区四川、貴州等地为14%，最高40%。

烂秧的症状因地而异，也因病因的不同而异。上部幼叶一般都是呈枯黄色，逐漸枯死。但在根部的情形就不一样。有些病苗的谷粒上长出白毛，或呈粉紅色的霉状物。有些病苗在莖基以下变黑发臭。在出秧以前，才抽芽的幼苗上表現为根的抑制和幼芽的弯曲。

病因的分析　一般說来，水稻烂秧可以分为侵染性的和非侵染性的两类。由土壤中寄生菌寄生发芽中的谷粒而致的烂秧，称为侵染性的；因气象条件、土壤湿度、有机肥料的中毒以及缺氧等作





图 14. 水稻寄生性烂秧。

用所致的病害称为非侵染性的。但是侵染性和非侵染性的烂秧是相互联系的，在我国各地的烂秧以气候和耕作法的影响为最大。

1. 非侵染性的病因:

水稻烂秧的原因是很复杂的，但是在秧期低温多雨是一个主要的誘病条件，因此，寒流之后，随着多雨，便成为对烂秧特殊有利的气象。水稻是一种高温作物，在低温条件下很容易降低它的生

活力，但是降低生活力尚不致使它腐烂。使它腐烂的另一条件是在低温多雨的情况下，容易发生窒息作用。这种作用可以引起秧苗的无氧呼吸(发酵)而死亡或进一步的削弱其生活力。

在低温多雨的情况下，秧田必然是停留在长期淹水的状态。长期淹水的状态是缺氧的原因之一。如果同时又遇阴天光照微弱，那末光合作用减退，稻秧自己所放出的氧亦不足以供呼吸之用。因此、低温、阴雨和长期淹水对于窒息作用来說，都是互相关联的。

根据这种发病的原因，下列耕作上的条件能影响这种作用：

(一)秧田的位置。凡是排水不便，或压地不平的秧田，易于积水而发生窒息作用。

(二)种子处理不当。播种时，种子下沉太深，秧的根芽全被泥淤，易导致窒息作用。此外种子催芽过久，在催芽期間已遭到窒息作用的影响。

(三)长期深灌。这种深灌的目的在于保温。但是这种灌水应該及时排出再引入。否則易于造成窒息。

(四)田中施入未經发酵的綠肥时，由于綠肥分解中微生物的活动力极大，与秧苗爭氧，这样亦易于造成窒息作用。

(五)土壤中如果存在大量的硫黄还元細菌(*Microspira desulphuricans* 及 *Pseudomonas sp*)，它們的无氧活动可产生大量 H_2S，这一物質經氧化細菌的活动氧化成 SO_4，以至夺去大量的氧，而造成根部的窒息作用。

2. 侵染性的病原：

这一类的侵染性病原菌都是弱寄生的，也就是說，只有当秧苗生活力弱的时候，或秧苗在受損伤的状态时，才能被它們寄生。我国从台灣至黑龙江普遍都有这种病原菌，但是在水稻发育强盛的地区或年份，从来不发生。

这些病原菌主要是属于水霉目(Saprolegniales)水霉科(Saprolegniaceae)和腐霉科(Pythiaceao)的一些菌种，其中有12种之多可以为害稻苗，但最重要是 *Achlya* 和 *Pythium* 两属。除了稻苗生活力下降时容易受侵外，凡脱壳的谷粒比带壳谷粒容易感染。子粒的受伤程度常因使用脱谷机而增加，因此，使用脱谷机的場合这种病害增加，而且脱谷机轉得愈速，子粒的損伤便愈大。

每分鈡轉数	播种后发病率%
200	2.3
400	8.5
600	34.5
手脫	0.0

由此可見无伤种子是不容易受病的。利用脱谷机的地区，弱寄生菌的烂秧就比較多。虽然低温导致了秧苗的衰弱，但是这些弱寄生菌的侵染是要一定的土温和水温的。侵染最适的水温和土温是18—25°C，降至10—12°C以下就不能侵染。有些菌系甚至在32—35°C时尙能侵染。

防治措施的考慮

一、改进秧田的方位、整地和施肥：

a、秧田的位置要求灌排水方便。

b、向阳避风。

c、精耕細作，平整土地。

d、施用速效肥料，如施用綠肥，須在20天以前翻入。

二、作好侵种、催芽和播种工作：

a、用20%盐水选种，可能时用55°C，5分鈡的温湯浸种。或用0.10%硫酸銅侵24小时。

b、催芽温度不宜过高，以25°C左右为宜，时間不宜太长，以芽

长 2—3 毫米为度，播种量不宜过大，以每亩 150—200 斤为宜。

c、播种期不宜过早。

三、控制灌溉，温度及空气：

a、苗期一般淺灌。

b、昼暖夜冷地区应夜間灌水，白天排水。

c、有大风雹时应灌深水。

第七节　水稻的其他病害

1. 萎縮病

水稻萎縮病最早发現于日本(1897年)，特别在日本西部地区为害較甚。近年来菲律宾稻区中亦有这种病害的分布。我国过去仅在华东及东北个别稻田中有发現。近年来天津及河北稻区常有成片的发生，个别田中不得不將整田的稻株拔去。目前虽然不是普遍严重，但它的发展趋势应当注意。

这一病害在症状上有三种表現的特点：第一种大多生长丛束而全株发黄，与田間健全株相比显然矮化。第二种为叶片的頂端逐渐卷曲干枯，但以下部的叶片开始这种症状較早，順次向上发展。第三种则在幼叶上呈現症状。將叶片对光檢視，可以見到黄白色的条紋。初起时只是沿着叶脉产生的黄白色的斑点，其后这些斑点互相愈合，形成或长或短的条紋，最长时达几个毫米，寬 0.2—1 毫米。在老叶上这种条紋是看不清的。一般說来，这些症状都在 6 月底至 7 月初当稻株达20—25厘米时才明显。但在秧田中有时亦能发現。叶片上条斑的出現要到 7 月中下旬才特别显著。一个完全发展的病株，其外观丛束，高度不过30厘米，叶片短而狹且硬。叶肉加厚而叶色濃綠。拔出檢視可以发見根系的发育不良，大

部分的根都是向四周平行展开。一般不能抽穗，有时只有极少分蘖抽穗，即使抽穗亦不充实，后期侵染的往往只有少数分蘖表現症状，其余仍保持健全状态。

远在1895年时，日本的高田鉴三郎認为这种病是由一种浮尘子所致，当然那时把浮尘子認为是病害的直接原因，并沒有病毒的概念。眞正証明浮尘子为水稻萎縮病毒的媒介昆虫的是日本的福士貞吉(1931—1937)。現在知道可以傳布这种病毒的浮尘子有两种：一种是*Nophotettix apicalis* Var. *Cincticeps*。另一种是*Delto-cepholuo dorsalis*。但是前一种的傳毒能力远較后一种为强。昆虫的有效飼毒时間至少为3天，飼毒后要經过10—60天才能傳毒。普通为30—40天，因此循回期是相当長的。一个浮尘子在一株稻苗上至少須放飼30—60分鈡后才能傳毒，有时放飼5—15分鈡亦可以获得成功。接种后的潛育期因情况而不同，一般为1—3星期，最短为5天，最長为50天。昆虫保持病毒的能力因个体而有差别，有些逐漸失去傳毒力，有些終身帶毒，有些可以將病毒通过卵而傳給后代，最久可以达7代。病毒只能通过雌虫下傳，如果以有毒雄虫与无毒雌虫交配，后代即不帯毒。

水稻的发育各期与昆虫的各个化期在感病上有密切的关系。第一化期侵染的水稻全部萎縮而不抽穗，第二化期侵染的半萎縮，第三化期侵染的几乎不現症状。主要可能因为水稻不同发育阶段抗病性不同的緣故。

这两种浮尘子的越冬方式是略有不同的，*Nephotettix* 以幼虫状态在畦边及堤塘的杂草中越冬，春天移到附近禾本科杂草的新抽的綠色部分上生活，然后又移到秧田的稻苗上。*Deltocephalus* 在叶鞘的組織中以卵的状态越冬，春末4—5月間孵化，直接移到秧田的稻苗上。第一次侵染源是由 *Nephotettix* 的保毒幼虫傳到秧

田稻苗上的，受侵苗又从秧田把病毒帶入本田，*Deltocephalus* 可能在秧田中进一步作第二次的傳播。

这种病毒还可以侵染一些其他的禾本科杂草例如黍(*Panicum miliaceum*)、稗(*Panicum crusgalli*)、早熟禾(*Poa prateusis*)及看麦娘(*Alopecurus fulvus*)。水稻品种間亦有抗病力的差异。

由于这一病害的唯一傳布媒介为浮尘子，而以秧苗期侵染为最重要。因此在防治上首先要注意秧田期浮尘子的消灭。秧田的四周畦沟内，应該刈除可資浮尘子越冬的杂草，而在冬季即就沟畦处燒毀。入春以后，秧苗出土約 20 日左右即开始防治浮尘子，目前应用 0.02%*D. D. T.* 乳剂或用同剂量的 *D. D. T.* 粉剂（每 1000 平方米用 2.5 公斤）均可收到相当好的效果。整个秧苗期施用 3—5 次。如果照样連續 2—3 年采取这种措施，可以逐漸使萎縮病絕迹。

2. 稻曲病

这一病害分布在亚洲的产稻区。我国很早就有記載，常称为“丰年谷”。因为愈是在水稻生長发育良好的年份，这一病害愈是多。我国从南部稻区以至北部稻区，普遍发生，但愈南愈多。实际上在大发生的年份也可以招致一定的損失。

症状只表現在穗上，其他部分完全正常。每一穗上可能有1—2 个病粒，但严重时可以多至数十粒。病粒分布在穗上沒有一定的規律。初起时受侵粒的穎片稍向外張开，露出帶黃色的块状小体。这一小体逐漸扩大以致包裹了整个穎片，成为扁平或橢圓形的块粒。初时表面平滑，以后表面漸呈龟裂而产生綠褐色的絲絨状物。有时病粒的两側是扁平而黑色的。实际上整个病粒形成一个菌核結构。

在外表上，这一病菌很象是一种黑穗病菌，因此 1895年Brefeld

称之为 *Ustilaginoidea oryzae*。在此以前，曾误称为"*Tilletia oryzae* 及 *Ustilago Virens*"。Brefeld 的 *Ustilaginoidea* 属名只是指出本病菌并非担子菌而是一种半知菌。其后1937年樱井基夫发見了它的有性世代为子囊菌后，便根据高桥良直(1896)的最早的假設把学名改为 *Ustilaginoidea oryzae*。这里属名已經代表一种子囊菌了。

把一个稻曲切开，可以分成四层，中央是白色肉質的，由菌絲体互相紧結构成。第二层則为淡黃色，第三层为橙黃色，而第四层則为深黃綠色。各层的顏色的区别是由分生孢子的成熟度所决定的，因为各层的菌絲上都在产生分生孢子，外层成熟的孢子便呈深黃綠色。

分生孢子(过去曾誤認为是厚垣孢子)圓球形以至椭圓形，直徑为 4—6 微米，表面有小刺状突起，深棕色。在培养液中萌发时产生不分枝以至分枝的分生孢子梗，在梗的尖端聚生 1 至数个二次分生孢子。这些二次分生孢子为椭圓形或長卵形，无色，3—5×1.5—2.5微米。

整个病粒中包括着一个菌核。菌核在越冬后便产生一个以至数个子实体。子实体是一个圓头状体，下面有一个柄，長达一厘米。圓头状体是橙黃色的，上面有許多突出的孔口，这就是內部埋藏的子囊壳的出口。子囊壳为瓶状，其中有長圓柱形的子囊。每一子囊中有絲状子囊孢子 8 个(120—180×0.5—1 微米。)

病菌发育的最适温度为 28°C 左右，但在 24°C 至 32°C 之間均能很好的生長。

菌核落在土表可以越冬，但是埋土中一年后即全部轉变成一团不能萌发的分生孢子。过去曾經用越冬的或未越冬的分生孢子来进行接种，都沒有成功。因此侵染循环不很明了。1937 年樱井基夫发見了子囊世代后，認为在 7—8 月中，子囊孢子能飞达水稻穗

部，由子囊孢子的侵染而引起病粒的发生。

1946年印度的 *Raychaudhuri* 在观察中，認为有两种方式的侵染都是由分生孢子进行。第一种发生在花器的早期。在这时侵染可以毁灭子房，但柱头及其他仍保留，最后全部包裹入菌核中，第二种发生在各粒将成熟时，孢子集积在穎片的接縫处，吸收水分膨漲而进入內部，此时少量孢子与种皮接触，萌发而形成菌絲。开始时在表皮及中皮蔓延，当菌絲接触內皮层后，便加速发展，最后使整个谷粒轉化成为一个菌核。

如前所述，本菌的生长是要求高溫的，也就是說夏季气候适宜于水稻的生长发育时，也适宜于它的发展。相反，如果在水稻生育期間冷凉多雨，水稻发育不良时，此病就很少。此外在多施氮肥的場合，抽穗后，叶色淡綠的，也易于感染。在栽培方面，插秧愈晚发病愈多。品种間以早稻发病較少而晚稻較多。虽然在抗病性中存在着差异，但由于接种困难至今尙无科学的鉴定。

由于这一病害的侵染循环尙未完全明确，因此防治上尙有許多困难。可行的办法莫如在田間清除稻穗上的菌核，勿使落入田間越冬。在栽培上可以結合稻瘟病的防治，例如早插秧及适当施氮肥等以控制发病。有些地区，如发病太頻太多，可以考虑改栽早稻。凡进行药剂預防稻瘟病的地区，同样也可以收到預防稻曲的效果。

3. 一柱香病

水稻一柱香病最初发现于印度。在我国云南昆明、昆阳及晋县一带亦有分布。据1940—44年的調查，被害虽不普遍，但病田中可达5—20%之多，有时达30%，近年来在云南有継續蔓延之势。

受病稻株的一部或全部小穗被菌絲纏繞。結成圓柱形的香柱状。病穗初抽出时呈淡藍色，后变白色，上面散生黑色的粒状物。

有时稻穗上仅有一小部分并結在一起，其余則仍散开。受病稻株在抽穗前亦可以鉴别。叶片与叶鞘上常发生与叶脉平行的白粉状条紋。每株受侵稻株的分蘖，往往全部发病。

这一病原菌的分生孢子世代为半知菌类的*Ephelis Oryzae*。它的有性世代有人認为是 *Balansia Oryzae*，但在中国尙未发見。病穗上的黑色粒状物为病菌的分生孢子座。这种孢子座为杯状凸出，圓形，黑色，直徑1—1.5毫米。分生孢子梗密生在孢子座上，分枝、无色，尺度为 57—85×0.85—1.43 微米。分生孢子棒状，无分隔，直形或弯曲，无色，尺度12—22×1.2—1.5微米。

分生孢子萌发的最适温度为 26°C。在蒸餾水中 24 小时內开始发芽。一般在頂端产生一芽管，这一芽管在人工萌发时弯曲成鉤状而停止継續生长，但在适当的养分下継續分枝生长，产生孢子。

分生孢子有很强的抵抗干燥的能力，在室內貯存 162 天有 32%能萌发。病穗上的孢子經 5 个月尙有26%能萌发。

菌絲生长的最适温度为 28°C 左右，最高为 34°C，最低为 8°C。

除了水稻以外尙能侵染湖南稷子(*Echinochloa Crus-galli*)反稗(*Peanisetum* sp。)，在印度尙能侵染柳叶箬（*Isachne elegans*）及画眉草（*Erogrostis tenuifolia*)。目前对于这一病菌的全部侵染循环尙不明了。印度認为杂草寄主可能是越冬的所在，但在云南的情况下，遺留在田間的稻根茬亦可能是越冬的場所。

在云南昆明，水稻的品种之間显然有抗病性的差异。有些品种特别感病，如"小白谷"和"荔枝紅"。目前的防治措施只有避种感病品种。

4. 粒黑穗病

稻粒黑穗病普遍存在于亚洲和美洲产稻的国家，包括中国、印度、越南、緬甸、泰国、印度尼西亚，菲律宾以及美国南部。由于它的分布虽广但为害不大，因此过去很少注意，即使有所研究，也不过是学术上的問題。

这几年来在我国产稻区的調查，証明湖南、江西、湖北等稻区中，这一病害是很普遍的，实际上其他稻区亦有。例如四川东部就是一个蔓延区。1953年病穗最高达55%，病粒达27%，說明在一定情况下病情是可以成为严重的。一般說来，世界上受病最严重的地区平均損失为2—5%，而在我国則一般不到0.1%

当谷粒成熟时，在粒間突出細小的黑色堆或条（角形物）。有时受病谷粒的外形成为上大下小，这是由于上部的谷粒沒有完全破坏之故。完全破坏的病粒中充滿黑粉末。每一穗上受侵的一般不过3—4个谷粒，谷粒受病輕微的还能萌芽，但是所抽出的苗极为矮化。

病原菌属于腥黑粉菌科(*Tilletiaceae*)学名*Neovossia harrida*(=*Jilletia horrida*)。

病粒中的黑粉即病菌的厚垣孢子。孢子圓形、短卵形或橢圓形，黑色或黑褐色(25—32×23—30微米)，壁膜很厚，上面带有网刺状突起。

夏季将越冬后的孢子放在水中約經5—6天后即行发芽，伸出原菌絲。原菌絲无色，无隔膜，有时分枝，頂端輪生多个指状突起，上面集生小孢子。小孢子有时多至62个(23—150×6—7.5微米)，有时不产生小孢子，蔓延得很长(达580微米)。小孢子綫条状，稍稍向一方弯曲，两端尖，无色透明，无隔膜(38—55×2微米)，据邓叔群的观察，小孢子有交合現象，交合后产生二次小孢子。

据林傳光的研究，厚垣孢子萌发的主要因素为休眠和光綫，滿

足了这两个条件就能萌发，而邓叔叔则認为营养和氧有决定的重要性。最近吕金超、林傳光等的研究都証明光綫和氧对孢子萌发是非常重要的，孢子在試驗室中至少应休眠5个月方能萌发，但經紫外光綫射击后，可以縮短其休眠期。温度对于孢子的萌发影响极小，最适宜的温度为24—32°C，但是沒有适当的光綫，則在任何温度下亦不能萌发。光綫中以短波最为适宜，黑暗处不能萌发。

吕金超和李会荣在四川实驗証明病原菌是在水稻灌浆期侵入谷种的。在自然界中，孢子是由气流傳布的。土壤和种子上所傳带的厚垣孢子可能都是侵染的来源，其中土壤表面的孢子特别重要。

在水稻抽穗期至乳熟期，湿度保持得高，发病率就提高；过量的氮肥也促进病害的发生。水稻品种間有不同的抗病力。

种子处理虽然不能收到高度防病的效果，但是在結合防治其他病害时，进行葯剂拌种或浸种，还是可以的。而且有些实驗証明，种子带菌量与发病成正比例。

这一病害今后防治的方向在于不断的作种子处理并育成抗病或避病品种。其他措施都是得不偿失的。

5. 叶黑粉病

这一病害分布的地区很广，除亚洲外，还分布到北美和南美。我国中部稻区及南部稻区普遍存在，北部稻区較少发現。在經济价值上不甚重要。

在幼苗时期，这一病害是不发生的。在大田中的发生盛期一般在分蘖后孕穗前开始，一直至乳熟期。在叶片上发生黑色短綫条斑（1—4×0.2—0.5毫米），沿着叶脉之間发生。老斑逐渐变成灰黑色，斑条的周圍变黄，有时叶片早枯。每一叶片上的病斑数自数十个以至无数个，漸次由下而上。

病原菌属于腥黑粉菌科，学名为*Entyloma Oryzae*。它的厚垣孢子产生在长条状的孢子堆中。孢子堆处于維管束之間，貫串表面及背面。厚垣孢子互相連結形成子座状物体，只有在萌发时才逐个分离。連結时每个厚垣孢子为多角形，有二重厚膜，暗褐色，尺度为 7.5—10×7.5—12.5 微米。在水中能萌发。萌发时先行膨脹，伸出一极短的原菌絲(6—20×5—10 微米)，其先端附着 3—8 个担孢子(小孢子)。小孢子長梭形或棒状，而两端尖削，有許多成 Y 形。

厚垣孢子的萌发温度为21—34°C，最适温度为28—30°C，由此可見，它要求較高的温度。厚垣孢子的存活力約为 1 年。用小孢子接种时在叶片上 1—2 天后即开始現病状，約須經 20 天后始产生厚垣孢子。一般認为病菌在病叶組織中越冬，第二年夏季达到一定温度时才萌发而产生担孢子，进行侵染。

从田間观察可知水稻缺少营养时容易感病，此外早稻比晚稻的受侵量較高。可能因为早稻进入老衰期适逢侵染盛期，故感病特多，而此时晚稻則方当发育盛时，較为抗病。品种間的抗病性亦有差异。由于此病在經济上极不重要，因此不必特别进行防治。

6. 綫虫病

水稻綫虫病在我国原来不是一个重要的病害，但近年来从国外調运种子到国内，而国内則区間調运种子，綫虫病遂成为一个檢疫的对象。水稻上存在的綫虫有許多种，但重要的只有两种：一种是在日本发生的所謂綫虫心枯病（干尖），1949 年在日本的某些地方使水稻減收20—30%。另一种为印度和緬甸一带所发生的水稻綫虫病，一般情况損失不大，但一块田中由于年年发病，可以愈来愈严重。由于在印度分布的面积很寬广，总的損失是可观的。幼苗时受侵后往往因生長发育迅速而恢复了正常，如果受侵后条件

継續适宜于綫虫的发展，那末稻秧可以全部枯死。

为了区别这两种綫虫病，我們将它們称作日本綫虫病及印度綫虫病。

日本綫虫病(干尖)：同一株的分蘖有全部发病及部分发病两种。受病的植株比較矮，叶片狭而短，色澤濃綠。下部的叶片一般正常，但上部的叶片尖端变为淡黃白色，而且有油脂般的光澤。老的叶片往往旋轉成紙撚状。如果这种病太多时，抽穗就会发生困难。抽出的穗形也比健全穗为小。每穗的瘦粒比例数也較高。

印度綫虫病：在人工接种最适宜的条件下，生長19天的稻苗上即可見到症状。初起时为显著的褪綠現象，隨之幼苗枯死。在自然情况下，幼苗期的症状是看不見的。最早的表現要在孕穗期前。这时上部的叶片，呈現褪綠或有褪綠的条紋，叶片纖弱，植株一般稍矮。

当穗鞘內穗形成时，在叶片上和叶鞘上就出現褐色斑块，这种褐色斑在內部，叶及鞘上亦有，而且愈来愈深，但只限于上部的叶及莖上。

当穗抽出时，穗鞘苞膨大成紡錘形，鞘苞上的褐色斑橢圓形，一般不超过5毫米，苞內的稻穗，扭曲屈折，穗軸各部变褐，虽然最后抽出了稻穗，但只有在穗頂部的谷粒是充实的，有时只有少数谷粒是充实的。

日本綫虫病由綫虫 *Aphelenchoides oryzae* 的寄生所致。这是属于 Anguilluta 目 Tylenchidae 科的綫虫。虫体細長，角皮上有横条溝紋。头部的区分比較显著。口器是連合的，呈凸出状。口針比較强大，在基端有一个节球，長达12微米，食道占全長的1/5。食道球非常发达，橢圓形。食道球以下的食道部分漸次扩大而与胃相联絡。下端的排泄孔不明显，尾部呈圓錐状，尾末端为三分歧的

小突起，在肛門处的角皮突出呈圓唇形。

雌虫体长0.5—0.7毫米，比雄虫較为細纤。阴門部以下迅速狭小。阴門位于全体 7/10 的尾部，但此处的角皮并不突出。雄虫体長为0.5毫米，比雌虫較短而粗，尾部常作鐮刀状的弯曲，尾部沒有交合伞(囊伞)，但有交合用的突起。

印度綫虫病是由同科的另一种綫虫 *Ditylenchus angustus* 所致，虫体細長。雌虫長 0.7—1.23 毫米，寬 0.015—0.022 毫米。口器有口針。食道占全身的1/7—1/8。阴門在全长的 8/10 处。阴門稍稍突出，尾部尖削。雄虫体長 0.6—1.1 毫米，寬 0.014—0.019 毫米。食道占全长 1/6—1/7。尾部有交合伞，幼虫时期体長只有 0.17×0.01 毫米。

日本綫虫在被害稻上侵入谷粒的穎內，便在谷穎內越冬。种子萌发后綫虫便侵入幼苗，达生長点而进行外寄生的方式。穗开花时，綫虫又侵入花器內，以后即潛伏在谷穎中越冬。是否尙有其他越冬方式目前还不知道。

印度綫虫有极强的抗旱能力，在干燥时虫体卷成发条状，头部处于中央，潤湿时即行开展而活动，如果再遇干燥又重新卷旋而停止活动，如此反复数十次并不失去其生命。这种卷旋而停止活动的方式可以帮助它在印度冬季渡过干燥而沒有寄主的季节。这种綫虫是不能进行腐生生活的。它們在活动后即爬上稻苗，达到幼嫩的生长点，进行外寄生。一旦該处細胞变老而硬化时，它們即継續向上爬行，一直到尙未分化的穗部，以后抽出的穗上有些谷粒中也带有休眠的綫虫，但是印度綫虫主要的越冬場所是病田的稻秆，而种子上带的綫虫是比較次要的。

印度綫虫的活动喜爱高温，在 31°C 时其活动力远比在 16—19°C 时为大，此外，空气中的相对湿度要求在 85%以上。虽然水

滴有利于綫虫的活动，但是长期泡水可以使綫虫失去其生活力。

防治及検疫上的考虑　两种綫虫既然都可以由种子傳帶，検查稻谷种子的带虫率是検疫的重要措施。对于印度綫虫则应当検查一切用作包装的稻秆，它的发条状的休眠形态是非常显著的。

在防治上两种綫虫都可以采用种子处理，一般先用冷水（20°C以下）浸24—48小时，然后在48—49°C温水内浸1—2分鈡，最后在52°C温水内浸10分鈡，用冷水冷却。

在田中发生印度綫虫时，为了消灭越冬綫虫，可以将全田稻草留在地内，干燥后用火燒毁，在新发生、初发生的小面积内，采取这种措施是有效的。

有些可以进行冬灌的水田在收稻后先行秋翻，然后进行长期冬灌，也有消灭綫虫的效果。

参考文献

魏景超：水稻病原手册，科学出版社，1957。

裘維蕃、刘　仪：水稻谷种傳帶稻瘟病問題，农业科学通訊，1951(4)：18—19，1951。

朱学曾：稻热病菌之类似花器接种現象，中华农学会报，132：151—152，1935。

裘維蕃：稻瘟病。生物学杂志1卷1期，1935。

裘維蕃：稻瘟病之研究（英文），中国实驗生物科学杂志，1(4)：401—425，1940

楊　演：肥料对于稻热病之影响实驗1，氮肥施用量不同之影响昆虫与植病4：621—641，1936。

魏景超：稻作病害、金大丛刊，1935。

石山哲尔著，李成拣譯：稻热（瘟）病，中华，1953。

黎毓榦、林亮东：广东稻瘟流行情况及耕作防治的重要性。植物病理学报1(2)：141—154，1955。

晋　藩等：有机汞粉剂防治稻瘟的試驗，植物病理学报1(1)：79—86，1955。

同上：捕捉空中稻瘟病菌孢子的染色鏡檢法，农业科学通訊，1956(11)：688—689。

沈錦驊：东北稻热病的发生与水稻品种，农业技术通訊，1(8)：11—14，1950。

王永华等：云南水稻种子携带稻瘟病菌的研究，植物病理学报，2(2)：123—126，1956。

魏景超：稻瘟，生物学通报，1956(5)：26—30。

王志正等：西力生，赛力散对稻热病防治試驗报告，农业科学通訊，1957(2)：67—71。

江苏省稻作試驗場：水稻品种对稻热病抵抗性的研究，华东农业科学通报，1955(3)：24—31。

栗林数卫：稻瘟的发生預測和防治，植物病理譯报，4(3)：39—43，1957。

魏景超、林傳光：稻胡麻斑病之研究，其一：历史，病原菌及傳染試驗，其二：傳染与防除。金大农院丛刊，44(新)，1936。

裘維蕃：稻胡麻斑病之研究，其三：水稻抗病性之継續研究，金大农院丛刊，48(新)，1936。

石山哲尔：东北主要农作物病害，东北农业，1951(33)：36—44。

范怀忠、伍尚忠：广东省珠江三角洲水稻細菌性条斑(白叶枯)研究簡报，植病知識，1(1)：6—8，1957。

华中农科所植保系：全国稻白叶枯病座談会总結，华中农业科学，1957(2)：137—141。

方中达等：水稻白叶枯病（*Xanthomonas oryzae*）侵染环的初步研究，植病学报，2(2)：173—186，1956。

王鉴茂，竺万里：水稻白叶枯病初期发展的观察报告，植物保护通訊，1955(10—11)：1—6。

何家泌：水稻白叶枯病的发生及防治，农业科学通訊，1955(9)：515—516。

王鉴茂、林学源：大冶水稻抗白叶枯病品种"糯谷秆"的調查报告，华中农学院学报，1956(1)：151—152。

魏景超：稻紋枯病(英文)，金大农院丛刊新15号，1934。

裘維蕃：稻白秆病菌生理分化之初步研究(英文)，金陵学报9(1—2)：305—321，1940。

魏景超：稻作病害，金大农院丛刊16号(新)，1934。

裘維蕃：水稻之白秆病，生物科学杂志一卷二期，1935。

吳文虎，黄宏堂：人尿浸种防治水稻恶苗病，华东农业科通报，1956(12)：629。

陈延正：用农业防治法来防治稻恶苗病(标茅病)，植物保护通訊，7：8—10，1955。

石山哲尔：东北主要农作物病害，30：34—40，1951。

罗达新等：水稻恶苗病研究，广西綜合农业試驗站，14頁，1956。

中央农业部农业生产总局：注意防止水稻烂秧，人民日报1954年3月1日，第二版。

魏景超：江苏的水稻烂秧問題，植物病理学报，1(2)：127—140，1955。

崔澂：渤海区各机械农場旱直播水稻死苗問題的調查和研究，农业学报，6(1)：31—37，1955。

周长信、戚昌翰：低温条件对水稻秧苗生长的影响，农业学报，5(2—4)：253—259，1954。

刘天河：灌排水对防止烂秧的效果，华东农业科学通訊，(3)：141，1957。

曾士迈：水稻秧苗"黑根子"的初步研究，农业科学通訊，1951(12)：12—15。

杨守仁：水稻烂秧問題，农业科学通訊，1956(4)：250—251。

福士貞吉：水稻萎縮病的研究(英文)，北海道帝大农学部期刊，37：41—164，1934。

戴芳澜及相望年：云南稻一柱香病(英文)，清华农院农学記录，1(2)：125—132，1948。

邓叔群：稻腥黑粉病厚垣孢子萌发的观察(英文)，中国科学社生物实驗室，植物类，6：111—115，1931。

林傳光：稻腥黑粉病菌厚垣孢子萌芽之要因，金大农院从刊，45(新)，1936。

林傳光：稻粒黑穗病孢子萌发中的感光作用，植物病理学报，1(2)：61—68，1955。

吕金超、李会棠：水稻粒黑穗病侵染的研究。植物病理学报，1(1)：87—93，1955。

汪英杰：稻粒黑穗病研究，植物保护通訊，9：1—20，1955。

留省：水稻粒黑穗病調查报告，农业学报，4(4)：307—316，1953。

瀧元淸透：水稻叶尖の枯死する病害に就て。病虫害杂志，30卷，4期，1935(日文)。

吉井甫：稻の綫虫心枯病，农业及园艺，19(11)，1936(日文)。

Butles, E. J. 稻綫虫及其防治(英文)，印度农部报告，植物組，10(1)：1—37，1919。

Tullis, E. C. Helminthosporium sigmoideum 为 Sclerotium Oryzae 的分生孢子世代(英文)，Phytoputhology，22：23，1932。

第三章　杂谷病害

第一节　我国杂谷病害概况

玉米、谷子、高粱及与之相近的作物如黍、稗、帚黍、芦黍等习惯上均归入杂粮之列。事实上玉米、谷子和高粱乃是旱作区及冬小麦区的重要夏季作物。并且在粮食資源中占有重要的位置。为了便于归納，我們将它們統称为杂谷。

玉米原产于中美洲，16世紀經由欧洲傳入我国。据1952年統計，玉米播种面积約达18,800万亩，产量約达336亿斤，占我国粮食作物第三位，我国玉米栽培地区几遍于农业区的各省。如从黑龙江繪一直綫以达云南，所有重要玉米产区大部集中在这一綫的兩側，其地勢大致和500米的等高綫相符合。玉米的主要产区分布于西南稻作区及北方杂粮区。它的原产地虽甚温暖，但由于变异的习性导致了植物很大的可塑性。这个作物被長期地栽培于不同的生长期条件下，已适应了环境条件而产生了相适应的大量品种。晚熟种成熟期約需150日以上，中熟种成熟約需95至115日，早熟种在85日左右即可成熟。从全年无霜的亚热带向北以迄生長期短至80余日的地帶均有这一作物的栽培。我国玉米有春作和夏作之分。春播在四、五月間播种，多用中熟及晚熟品种，夏播在夏至前后播种，多用早熟及中熟品种，依各地的气候及輪作情况而定。玉米受到若干病虫害的侵襲。我国玉米上比較重要的病害有黑粉病（*Ustilago zeae*）、絲黑穗病（*Sphacelotheca reliana*）、干腐病（*Diplodia zeae*）、大斑病（*Helminthosporium turcicum*）、小斑病

(*H. maydis*)及褐斑病(*Physoderma zeae-maydis*)等。

谷子又名粟,俗称小米, 学名为*Setaria italica*。我国自古即已栽培。淮河以北以迄黑龙江皆有大量种植。为北方的主要夏季作物及主要食粮之一。栽培面积約15,000万亩, 产量約230亿斤,其地位仅次于玉米。其产于华北者約占全国总产量的35%,东北占27%,西北占13%,华中占10%,可以看出其分布的情况。谷子的莖叶具有較强的調节蒸发量之能力,故需水較少而能耐旱;但在生长期內不能受霜, 故为旱作地区的夏季作物。谷子的主要病害有粟白发病(*Sclerospora graminicola*)、粟粒黑穗病(*Ustilago crameri*)、粟叶銹病(*Uromyces setariae-italicae*)、粟瘟病(*Piricularia setariae*)及紅叶病等。与粟相近的作物尚有黍(*Panicum miliaceum*)及稗子粟(*Echinochloa crusgalli*)。黍的生长期短并更耐旱,通常栽培較少,在亢旱缺雨时可作为抗旱措施中短期补救用作物。至于稗子粟的經济价值甚小, 栽培极少。黍黑穗病(*Sphacelothecadestruens*)为黍上較受注意的病害。

高粱在我国有悠久的栽培历史, 有記載的年代至少始于第四世紀。主要产区位于东北及黄河中下游各省。据1952年統計,其栽培面积約14,091万亩, 产量約2224亿斤, 其地位仅次于谷子。高粱一类的作物之分类尚不一致。我国栽培最广者为高粱(*Sorghum Vulgare*),穗形紧密或略疏散但不呈伞状,莖髓汁少。与此相近的有芦黍, 其穗形与高粱相似但莖髓多汁, 栽培較少。另有帚黍,其穗形松散呈伞状,栽培亦少。以上三个类型同属于*Sorghum Vulgare*种。所生的病害亦均类似。近年来引种的苏丹草(*S. vulgare* Var. *Sudanense*)系飼料作物, 其病害种类与高粱同。高粱适宜于干燥温和的气候, 故为旱作区的夏季作物。它对于土壤的选擇并不严格,并能耐碱。因此在北方年雨量400—600毫米的地区栽培

較多，并且能生长在比較瘠薄的旱作地带和带有碱性的地区。主要病害有高粱散黑穗病（*Sphacelotheca cruenta*）、高粱坚黑穗病（*S. sorghi*）、高粱絲黑穗病（*S. reliana*）、高粱長粒黑穗病（*Tolyposporium ehrenbergii*）、高粱紫斑病（*Cercospora sorghi*）、高粱炭疽病（*Colletotrichum graminicolum*）等，另外，它还有一些与玉米相同的病害，如大斑病（*Helminthosporium turcicum*）、小斑病（*H. maydis*）等。

第二节　杂谷的黑穗病

1. 玉米黑粉病

玉米黑粉病的破坏性很大，是玉米上最重要的病害，各地均有发生，病原菌能入侵植株地上部分的任何幼嫩組織，导致組織膨大，并形成含有黑粉的瘿瘤。乃是局部侵染型的病害。

玉米的地上部分如靠近节部的腋芽、叶片基部、主脉附近、玉米果穗和雄花花序等部位，凡幼嫩而組織分化尚在进行的所在，皆有被侵害而形成瘿瘤的可能。病部最初复有薄膜，成为白色至淡紅色的肿脹瘿瘤。在它内部的菌絲形成厚垣孢子时，便透现灰白色以至黑色。最后薄膜破裂，散出黑粉状的厚垣孢子。这种瘿瘤在实質上乃是病菌的孢子堆。其大小差异悬殊。一般在叶部者較小。在莖节和穗上者甚大。瘿瘤的尺度小者直徑約 0.4—0.7 厘米，大者約为 6.4—15 厘米。玉米果穗受害后，变为畸形。有时果穗上个别或少数的雌花膨肿而成瘿瘤，部分的雌花干縮而不能孕实；有时全穗都受到侵害而变至不能辨認的程度。花器变成叶片状杂乱无章地复盖着不孕的子房。当雄花序受侵时，个别的雄花形成长圓形或角状的瘿瘤。节部生瘤常使莖秆扭屈。本病除因果

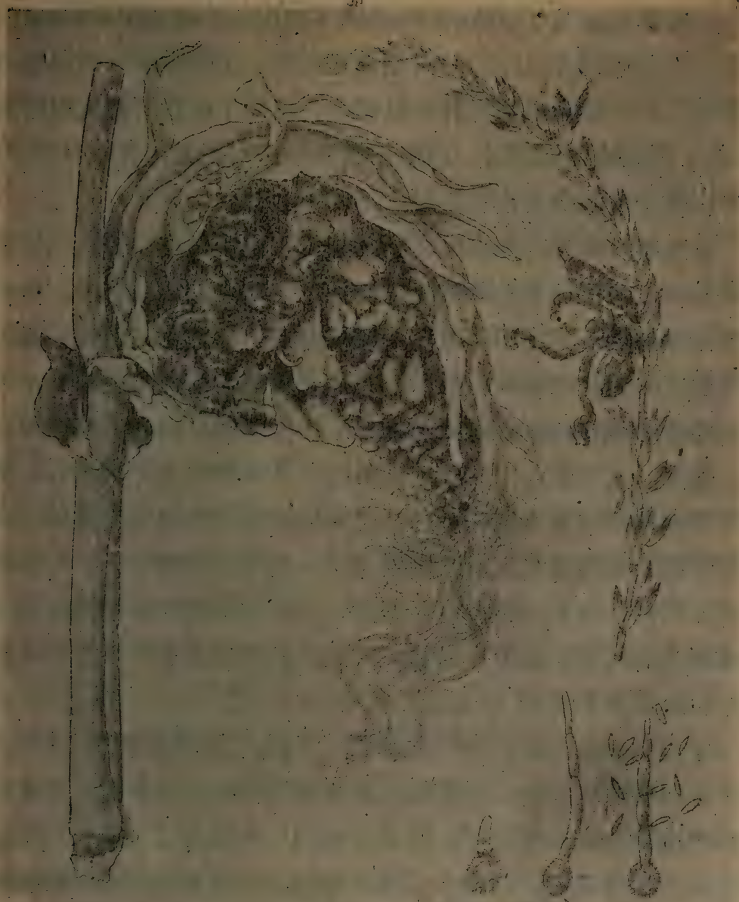


图 15. 玉米黑粉病。

穗破坏而造成直接之損失外，并因植株所含糖分的低减而导致間接的减产。其影响依瘿瘤的多寡和部位而不同。例因莖秆瘿瘤之部位在穗部以上者其减产的影响較在穗部以下者为大。瘿瘤数量較多者减产的影响亦較大。

玉米黑粉病菌(*Ustilago zeae*)的厚垣孢子为球状至卵状,直徑約 8—11 微米,黄褐色,表面有細刺状突起。萌发时形成有隔膜的先菌絲,于其頂端或側面着生担孢子。担孢子梭状,萌发出侵染絲,但于营养液中培养时,担孢子能以芽苗方式生出次生担孢子。次生担孢子也能萌发出侵染絲。

玉米黑粉病菌为异宗配合的病菌。担孢子为单核体。由担孢子萌发而来的菌絲亦为单核体。这种单核体虽能入侵寄主,但不能产生厚垣孢子和瘿瘤而只能表現为斑点。从两个不同性别的担孢子生成的菌絲在植物組織內結合而成双核体菌絲。这种双核体生長迅速,刺激植物組織,形成瘿瘤,菌絲体本身也就形成厚垣孢子。此外,也可能由不同性别的担孢子在植物体外先行結合,然后产生双核菌絲并入侵寄主。从担孢子培养而得的玉米黑粉病菌单孢子菌系在培养基上常常表現不同的菌落形状和色澤。用单孢子菌系接种于玉米上不能产生瘿瘤。一般須将性别不同的单孢子菌系配合后接种始能形成瘿瘤。在过去的研究工作中也曾有人得到能以致病的单孢系,但其数目很少。

厚垣孢子在成熟后随时能萌发。因此,当瘿瘤破裂后,黑粉状的厚垣孢子随风吹散。在获有适当的水分和溫度条件时,便又萌发而产生先菌絲和担孢子。有时厚垣孢子也能直接在瘿瘤內先行萌发并产生担孢子。担孢子或次生担孢子被风傳播到植株的幼嫩組織上后,便又入侵而形成瘿瘤。这种局部入侵和当年扩大再侵染的特性是玉米黑粉病的特点。潜育期的長短依环境条件而不同,一般約在 7 天至 3 星期。而玉米的生長期約在 85 天(早熟)至 150 天(晚熟)。在溫暖而漫長的夏季中,尤其在春播玉米和夏播玉米同見于一个地区的情况下,重复的再侵染是值得注意的。

在环境条件不适合时,厚垣孢子也能延迟萌发,保持其休眠状

态以渡过不良环境，而于温度湿度适合时再行萌发。例如在室内保存的标本能保持其生活力达 5—7 年。在自然条件下，落在土中和殘余病組織中的厚垣孢子并不是全部同时萌发的，一部分由于条件不适合而延迟萌发，或竟保存着生活力以越过冬季。

玉米黑粉病菌在人工培养基上可以芽殖。在自然情况下，厚垣孢子能在廐肥上萌发。試驗証明，担孢子在廐肥浸液里以及在施用于田間的粪里仍旧是可以作程度不同的繁殖的。粪肥也便成为病菌来源之一。玉米黑粉病菌的厚垣孢子并不能通过牲畜的腸胃而継續存活。因此，用带菌的飼料后所得的畜粪內并无足够的傳播菌源。問題在于混入廐肥內的病殘物中之孢子能利用廐肥中的养分而从事于萌发和芽苗繁殖。

厚垣孢子的萌发以在 26—34°C 为最适，最低为 8°C，最高为 36—38°C。在 35°C 以上，担孢子較少形成。担孢子的萌发以 20—26°C 为最适，最高为 40°C。入侵以 26.7—35°C 为最适。玉米黑粉病菌的孢子萌发和入侵的最适温度显然較麦类黑穗病为高。这和它的发生季节是相适应的。

担孢子不耐干燥，空气潤湿則有利于担孢子的存活和萌发。在温室試驗条件下，以注射法、噴撒法或直接滴入頂芽法将担孢子悬浮液接种于幼小的植株上均能导致侵染。在田間自然情况下，初侵染是在植株高約 1—3 尺时开始。在这以后以至雄花抽穗的任何阶段均能发生續发侵染。侵染大都在有云多雾的天气中或多露的夜間进行。土壤过湿或氮肥过量等因素往往导致植株徒長和組織柔嫩，因而增加了侵染的可能性。延長植株的生長期也足以增加侵染的数量。病菌的入侵虽以幼嫩的分生組織为主要侵入点，但机械創伤也能导致入侵。例如冰雹和去雄操作所造成的伤口常能成为入侵的途徑。

本病的病菌来源既以土壤內越冬的孢子为主，清除殘余病組織，进行秋季翻耕，和講求輪作乃是主要的防治环节。惟在春播玉米和夏播玉米互相重迭的地区，病菌能够連續产生孢子和进行再侵染。还須注意邻田孢子傳播的可能性。在任何情况下，割除瘿瘤于黑粉形成之前，是可以減少田間孢子来源的。玉米田所用之厩肥必須經过合理堆制以使充分发酵，而免带有存活的孢子。施肥时应避免过量施用氮肥，并注意鉀肥的配合施用。

玉米品种对于黑粉病的感染性頗有不同。甜玉米最为感染，穗苞长厚而不易破裂者可使穗部避免入侵。成熟期早則侵染的时期較短。通过杂交程序可以获致比較抗病的品种。惟各地的病原菌生理类型不同，乃是抗病选种中应予注意的問題。

2. 玉米及高粱的絲黑穗病

絲黑穗病在玉米和高粱上均有发生，但病菌的生理小种不同。在玉米上，此病不似玉米黑粉病之普遍，在四川泯江流域山谷潮湿地区发生較多。高粱絲黑穗病在东北中南部、苏北、膠东、晋省和陝西的局部地区均有发生。发病率一般較低，但个别地区如榆次和太谷等地曾有发病率达10%者，但究竟不如前述病之普遍和严重。

玉米的雌雄花序均可受害。雄花发病則花器变成叶状，花之基部膨大，內含黑粉状厚垣孢子。孢子散落以后，只留下寄主的維管束。果穗发病則不似玉米黑粉病之形成膨大瘿瘤而是全部或部分变成孢子堆，包在果穗的苞片之內。

高粱的絲黑穗病发生在穗部。发病早而破坏性甚大。病穗在未抽出叶鞘之前卽已膨大。全穗的花器完全破坏，并为黑粉状的孢子所代替。病穗变成坚硬的圓筒状孢子堆，外面由白色膜状的菌絲組織包被着。被膜破裂以后，內部的黑粉散落，并落出絲发状

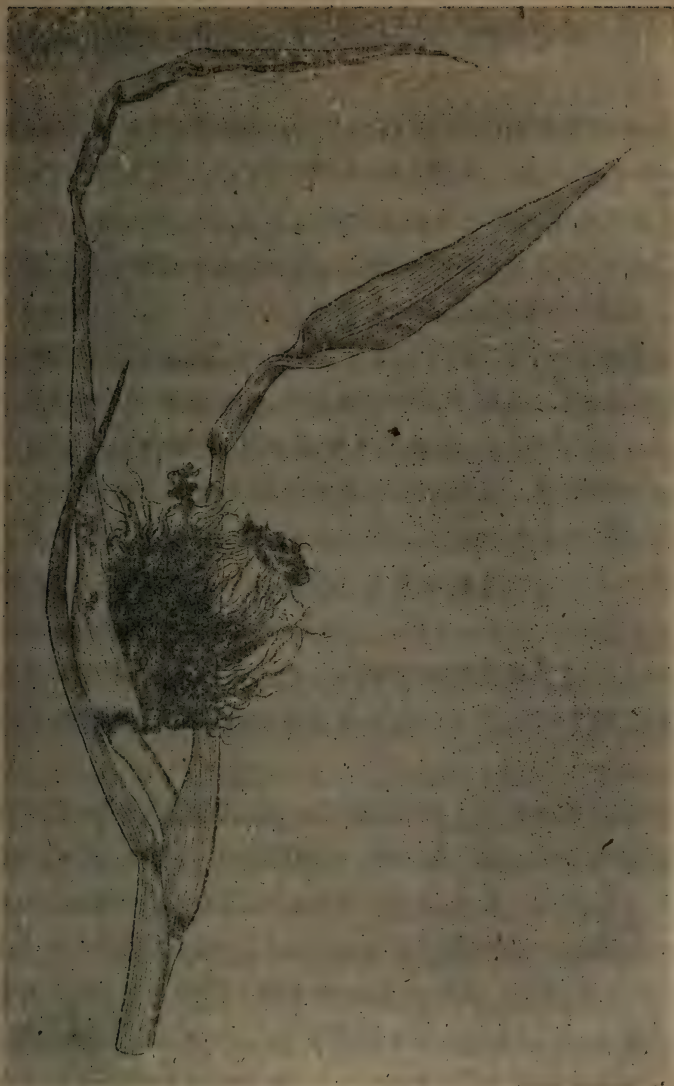


图 16. 高粱絲黑穗病。

的导管組織。因此有"絲黑穗"的名称。有时穗子只有局部受病，形成局部性的孢子堆，或使局部組織受刺激而变成叶状的变态組織。

玉米和高粱絲黑穗均系由同一种黑粉病菌 *Sphacelotheca reliana* 侵染所致，但各为不同的生理小种。交互接种虽均能感染，但玉米絲黑穗菌在玉米上比在高粱上发病率为高。相反亦然。病菌的厚垣孢子为拟球形或卵形，黑褐色或赤褐色，直徑約 9—12 微米。萌发时生出先菌絲和担孢子。

本病侵染循环不同于玉米黑粉病。它不是局部侵染而是幼苗侵染型的病害。遺留于土壤中越冬的厚垣孢子为主要的侵染菌源。玉米幼苗受侵后，菌絲进入生长点，随着植物的生长发育菌絲乃作系統的扩展，最后在果穗及雄花序上发病。用孢子悬浮液接种于玉米幼苗的生长点上，亦可发病。在高粱幼苗长度为 5 厘米时侵染为最多；在 15 厘米以上则侵染大为减少；苗长达 25 厘米则不再发生侵染。在高粱的人工接种試驗中以孢子掺和土壤复盖于种子的上方侵染率高达 40% 以上，但若用孢子拌和在种子上则极少发病。这个試驗証明，高粱絲黑穗病的土壤傳染較种子傳染为重要。

对于这种苗期侵染的病害来說，土壤的溫度和濕度对于侵染的多寡頗有影响。以高粱而論，侵染的最适溫度为 28°C。在这个溫度里侵染較多。但土壤的濕度也有連带关系。在濕土内由于幼苗发育較佳，其侵染率較在干土内为低。例如在 28°C 的土溫内，濕土(濕度为 25°%)里的侵染率为 23%，而在干土(濕度为 15%)里的侵染率为 46%。在干土内溫度在 12—16°C 即开始侵染，而在濕土内感病的最低溫度为 20°C。土壤干燥显然較易誘发病害。一般而論，播种时的土壤干燥而溫暖者，幼苗的侵染較多。反之，土

壤較为湿潤而土温較低，則感染較少。

此病的侵染菌源主要来自土壤，故田間卫生和輪作为防治高粱和玉米絲黑穗病的主要措施。在发病严重的地区不宜过久的連栽同一作物，以免絲黑穗病菌孢子之累积。在抽穗期拔除病株或剪除病穗可以减少孢子的散落。秋季耕翻可以复沒孢子。至于播种前灌溉以及合理施用基肥等措施均有利于高粱幼苗的发育，具有减少侵染的作用。药剂拌种的作用不大。

3. 高粱的散粒黑穗病及坚粒黑穗病

高粱散粒黑穗病的分布很广，为害亦最重。在东北、华北、西北以及苏皖北部的广大高粱栽培地区中均有发生。例如 1952 年調查，在辽东的新民西安一带一般损失 5%，个别有达 25% 者；1953 年在河北饒阳县一般損失 20%，个别达 70—80%；江苏的徐州专区一般平均发病率約 10%，个别有达 30% 者。高粱坚粒黑穗病虽亦散見于上列地区，但不似散粒黑穗病之严重。

A. 高粱散粒黑穗病

这是一种苗期侵染的系統性病害。病株在苗期便已受到侵染，最后在穗部发病。病株虽然比較矮小，但典型的黑穗病症状要到抽穗以后才明确地表現出来。病穗的穗軸和它的分枝都还完好，所以穗形并不象絲黑穗病那样受到徹底的破坏。穗上的小穗常系全部受病。因此，病穗的产量損失頗为慘重。有时可能有一部分的小穗幸免受病。

发病小穗的內外穎和子房都被病菌的菌絲所占据并且轉变为含有厚垣孢子的孢子堆。孢子堆的外层本由白色薄膜所复盖。破裂以后，黑粉被风雨冲散，只留下由寄主組織所构成的中柱。中柱略长并且殘留而且突出于护穎之外。护穎也較一般健全者为长。这种中柱突出和护穎变长的特征乃是本病与坚黑穗病不同之处。



图17. 高粱散粒黑穗病:

1. 病状; *2.* 厚垣孢子; *3.* 被害粒放大。

高粱散粒黑穗病菌(*Sphacelotheca cruenta*)的厚垣孢子形成于由寄主內外穎及子房轉变而成的孢子堆中。孢子堆外有由菌絲組織所形成的薄膜状包被(*Peridium*)复盖。包被的細胞为灰色,其細胞直徑約为厚垣孢子直徑之二倍。在有一些品种上,被包很早便破裂了。厚垣孢子为球状至长球状,暗褐色,徑約5—10微米,表面有不明显的凹陷状网紋。孢子結集成不牢固的长形集团,但幷非孢子团,因为它們在成熟后便各自分散。萌发时产生先菌絲,具有四个細胞。担孢子側生于先菌絲上。在培养时,担孢子芽苗而生出次生担孢子。

当厚垣孢子在田間散出后或在脫粒的操作过程中打散后,便沾附于健粒的表面,因而使种子受到沾染。这乃是傳染的主要来源。在播种发芽时,厚垣孢子也萌发而产生担孢子。不同性别的担孢子交配后产生双核侵染絲幷侵入幼苗。未經交配的单核体入侵幷不能发病。入侵系在幼苗期經由子葉上的气孔处进行。菌絲进入生长点幷隨同发展。最后在穗部形成厚垣孢子。幷表現症状。在干旱地区,厚垣孢子落在土壤中能存活甚久,幷成为侵染菌源。但这是干旱地区的情况,即使如此,种子傳染仍甚重要。在一般地区,土壤傳染不如种子傳染重要。

高粱散粒黑穗病菌对于环境条件有广闊的适应性。例如厚垣孢子在12°C至36—40°C的溫度間均能萌发,而以25°C左右为最适。高粱为喜好高溫的作物。若播种过早,則土溫較低,延遲了幼苗的发育,也就有利于病菌的入侵。当土壤溫度在16—30°C之間时,散粒黑穗病的侵染率为最高。侵染所需的最低溫度为15°C,最高为35°C。土壤湿度亦与发病有关。湿度不足則幼苗发育緩慢,有利于病菌的入侵。

本病既以种子沾染为主要的傳染途徑,故保持种子的清淨无

病为最主要的防治环节。在国营农場及人民公社宜布置留种地。选用无病高粱穗供留种地繁殖之用。播种时并应将种子拌药消毒。生长期間注意拔除病株或剪除病穗。在留种地内須抓紧抽穗期的观察。在病穗初出而黑粉未散出之前即予去除，并即消毁或掩埋，以免沾染。

高粱散粒黑穗病菌既系以孢子沾附于种子表面，故用粉衣剂作表面消毒即可見效。用銅素剂如碳酸銅粉及王銅等，其用量为0.3%；用有机汞制剂如賽力散，其用量不宜超过0.3%。高粱幼苗对于汞素較易感受药害，故应斟酌药剂用量而不宜过早地預行拌药。此外，用硫黄粉1:320至1:800拌种，亦有效果，且可預先提早播种，有利于杀菌而无药害。

高粱品种間的抗病性頗有差异，选育抗病品种为防病的方向之一。病菌亦有生理分化現象，为抗病选种中应予注意的問題。

B. 高粱坚粒黑穗病

这个病害也是苗期侵染的系統性病害。它的症状和高粱散粒黑穗病不同，其区别在于：(1)病株并不似散粒黑穗病之变为矮小。(2)子房变为孢子堆而穎片极少形成孢子堆。(3)孢子堆外层的包被是很坚实而不易破裂的。因此，它不似散粒黑穗病之黑粉散出，也不会让中柱光光地裸露于外。有时包被的頂端可能破碎，但也只露出中柱的尖端。(4)护穎不似散粒黑穗病之变长。

高粱坚粒黑穗菌(*Sphacelotheca sorghi*)的孢子堆系形成于子房之內。孢子堆外有由菌絲組成的坚实包被。包被之細胞为圓形至长圓形，其細胞之直徑不大于厚垣孢子。厚垣孢子为球状至多角形，橄欖色至褐色，直徑約5—7微米，表面似光滑，但用油浸鏡头放大后能見到微細的点状或刺状突起。

此病的侵染循环与散粒黑穗病相类似。其防治途徑可参考該



图 18. 高粱坚粒黑穗病:

1. 病穗; *2.* 病粒放大。

病材料。

坚粒黑穗病菌也有生理分化現象。高粱品种間的抗病性不同。

在田間常有界乎坚粒黑穗病与散粒黑穗病之間的中間类型症状出現。

4. 高粱长粒黑穗病及高粱花黑穗病

高粱长粒黑穗病只在华北、东北、陕西、江苏等地偶有发生，但受病仅限于穗上的少数籽粒，故为害不重。高粱花黑穗病只发生于东北。

高粱长粒黑穗病只发生于个别地区，病穗上亦仅有一部分小穗发病，故为害幷不严重。病穗上通常有5—6个小穗形成长形灰白色孢子堆，最多时有20—30个。孢子堆长圓形，微弯，最大者长度可达2—3厘米，突出于护颖之外如角状。病原菌为 *Tolyposporium ehrenbergii*，其厚垣孢子着生于上述的孢子堆內。孢子堆破裂后，孢子即行露出如黑粉状。孢子堆中幷无中柱，而有一些褐色絲状組織。厚垣孢子聚积如球状，幷不分散。孢子多角形，紅褐色或褐色，直徑約9—12微米。表面有微細的刺状突起。厚垣孢子在土壤中越冬，可以存活达5年。萌发时产生先菌絲和担孢子。萌发的最适溫度約在28—33°C，最低为10—13°C，最高为39°C。

高粱花黑穗病仅发生于东北，系由 *Ustilago kenjiana* 侵染所致。病穗上亦只有一部分小穗发病。子房轉变为孢子堆。外被以褐色膜，膜破則厚垣孢子散出。孢子为球形至橢圓形。直徑約4—7.6微米。表面有微刺状突起。

这两个病害的侵染規律还未十分明悉。目前所知，它們都是花器侵染的病害。但均系局部发病而不是全株性的病害。

5. 粟粒黑穗病（附黍黑穗病）

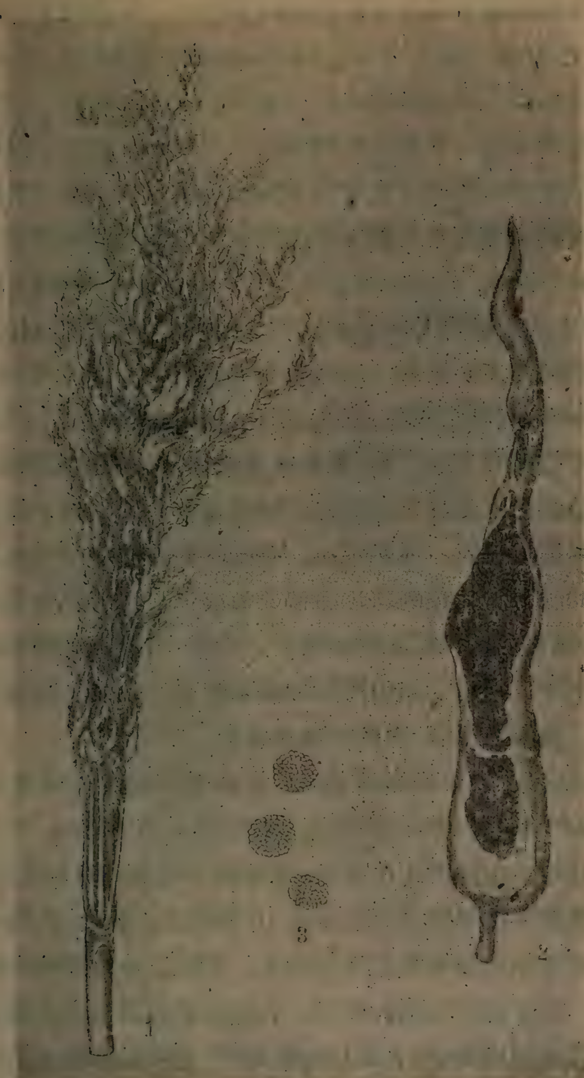


图 19. 高粱长粒黑穗病:

1. 病穗; *2.* 病粒放大; *3.* 厚垣孢子。

粟粒黑穗病是小米上最重要的病害之一，在我国主要产区都有发生。尤以河北、山东、河南、山西的南部及陕西的北部为最多。

此病亦为幼苗侵染型的系統性病害。在穗部发病，故抽穗以前并无明显的症状。有些品种的病株略为矮小，但在未抽穗以前很难根据植株的高矮来确定其是否病株。病菌在子房內形成厚垣孢子。这种孢子堆乃是包藏于子房壁內的，颖片并不受病。故在孢子堆形成的初期，其外部由子房壁和完好的颖片所掩护，从外表看来，与膨大的籽粒似无明显的区别，穗形也并未大受破坏。所以病穗在初期并非十分显著。但随着病势的发展，症状漸可辨認。病穗大都系全部籽粒发病。有时虽有一部分小穗幸免，但病穗的大部分种子已轉变为孢子堆，穗軸所負載的重量显然較健穗为輕。因此，病穗常系直立而不似健穗之結实累累，压得向下弯垂。病穗也不似健穗之充实，显得短小。有些品种的病穗在未成熟以前显現較濃的綠色。病穗的颖片漸轉变为白色。子房壁漸呈白色膜状，相当坚固而且較一般籽粒为略大。最后，白膜破裂而散出黑粉状的厚垣孢子。有时它在田間并不容易破裂，而系于收割后脫粒时被击碎。黑粉散出后，污染谷草及籽粒。

粟粒黑穗病菌（*Ustilago crameri*）的厚垣孢子为球状至不規則形，直徑約 8—11 微米，赤褐色。萌发时生出先菌絲，其上生出不規則的分枝。很少产生担孢子。厚垣孢子有頑强的生活力。在室內貯藏的条件下能保持其生活力达 10 年以上。因此，沾附在种子外表的孢子便很容易地在仓庫里越冬。它們在小米播种后萌发和侵染幼苗。至于落在田間的孢子，其存活期的长短依土壤湿度而不同。在干燥的土壤中，它可以休眠越冬，至少能保持其生活力到第二年的播种期。虽然具有这种可能性，但土壤傳染究不如种子带菌之重要。

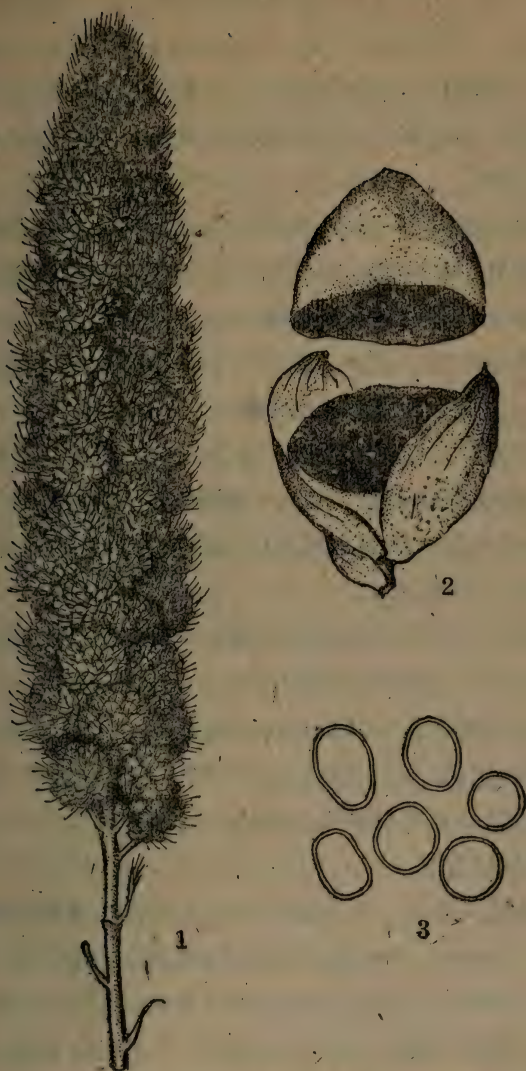


图 20. 粟粒黑穗病:

1. 病穗; *2.* 病粒放大; *3.* 厚垣孢子。

此菌大都系用先菌絲分枝直接入侵幼苗。菌絲进入生长点后，随同发育。最后达到子房，并形成孢子堆，以完成其侵染循环。播种时的土壤温度高而湿度低者，发病較重。一般春小米之早播者发病較輕。春播者又比夏播者发病为輕。孢子萌发的最适温度約在 24°C 左右。

此病以种子外部沾染为主要的傳播途徑。故保持种子清淨为防治的主要环节。首先应选用健康粟穗以供留种地繁殖之用。播种以前用粉衣剂拌种消毒。在留种地內注意拔除病株，以減少沾染种子的孢子来源。留种地所产的种子須在干淨无病穗的場地上另行脫粒，以避免在晒場上的沾染。

种子可用賽力散（为种子重量的 0.2%）拌种。炭酸銅及王銅(0.2—0.3%)虽同样有效，但为了节約銅的消耗，仍以用賽力散为佳。此外，用 1:300 的福尔馬林溶液浸种二小时亦属有效，在賽力散缺乏时可資代替。

抗病选种工作在我国开始得很早。根据已往研究經驗有下列各点可資参考：(1)栽培品种中有很多是抗粒黑穗病的，故通过品种比較試驗不难获得抗病的材料；(2)选种須从本地区的品种中进行，以照顧到成熟期及适应性；(3)品种內不乏抗病的个体，故品种內选种可以提高原有品种的抗病性。

附：黍黑穗病

黍黑穗病在东北、华北及西北皆有发生。其病原菌为 *Sphacelotheca destruens*。厚垣孢子为光滑的球状至拟球状，赤褐色，直徑約 7—10 微米。主要系沾附于种子外部越冬。萌发后产生担孢子。担孢子萌发后以侵染絲入侵幼苗。最后在穗部发病。其症状与高粱絲黑穗病相类似。全穗变成孢子堆，外复以膜状包被。孢子堆破裂后，黑粉散落，露出絲状的殘余維管束組織。侵染循环与

粟粒黑穗病相类似，防治途徑亦同。

6. 杂谷黑穗病防治要点

杂谷黑穗病的防治应根据各該病害的侵染途徑而設計。这些病害中，玉米黑粉病为局部侵染型。玉米和高粱絲黑穗病为幼苗侵染型。以上三种病害均以在土壤內越冬之厚垣孢子为主要侵染来源。不过玉米黑粉病是有再侵染的，絲黑穗病則系于幼苗期作一次侵染而无再侵染。对于这些病害，以田間卫生和輪作为防治的主要环节。田間去除黑穗或病瘿可以減少孢子的散落和傳播。对于絲黑穗应抓紧抽穗期的观察，于黑穗初出而未破裂时剪去或拔去。至于玉米黑粉病則因瘿瘤系陆續生出，故須隨时檢查和割除。

高粱散粒黑穗病、高粱坚粒黑穗病、粟粒黑穗病和黍黑穗病均系幼苗侵染型的病害，均以种子外部沾染的厚垣孢子为主要的侵染来源。保持播种材料的清淨无病乃是防治的主要环节。布置留种地为获得无病种子之途徑。留种地所用的种子最好是来自穗选。选取无病的种子不仅能供給不帶菌的种子，幷且由于所选为无病或抗病的个体，所以連續地穗选以充繁殖之用是具有提高品种抗病力的作用的。抽穗期間还須在留种地內勤檢查，去除病穗。为了避免种子的沾染，留种地所产种子須在清淨无病菌的晒場上另外脫粒，幷妥愼儲藏。为了保証播种材料的清淨无病，在葯剂供应許可的条件下，高粱和谷子須用賽力散拌种，以收保苗之效。在任何情况下，留种地所用的种子必須經过拌种。至于大田所用种子，如系来自无病的留种地，則葯剂不够时可以不拌种。如不是来自留种地，則必須拌种。高粱对于汞素葯剂較为敏感，故使用葯剂的分量須注意控制(0.3%)。拌种須在拌种器內进行，幷須充分轉动，以求涂布均匀。轉动时又不宜太快，以免由于离心力的作用而

使种子貼附于拌种器上，反而不能拌匀。

高粱或玉米地最好不要長期連作，以防高粱絲黑穗病或玉米黑粉病病菌孢子之累积。輪作則要求間歇1—2年。最好用豆科作物为其輪栽作物。

玉米、高粱及粟、黍等作物的抗病选种为防治黑穗病类病害的治本方法。应根据当地为害最重的病害种类进行选育。

第三节 粟白发病

粟白发病(谷子白发病)是我国谷子上最严重的病害。我国主要谷子产区均有此病，据估計山东、河北、河南、山西、陕西、湖北、甘肃、江苏、内蒙及东北等省区解放前每年因此病而受的損失平均約达11亿5千万斤。由于各年气候及耕作条件不同，各地发病率及其严重程度常有变动。

粟白发病的症状 植株从幼苗期起迄抽穗期均能发病。在病害发展的各阶段，症状的表現也不同。因此，对于这个病害，常根据不同阶段之病状而命名，有"灰背"、"白尖"、"枪杆"、"白发"、"看谷老"等名称。

幼芽在出土以前可能严重发病。根鞘、幼莖及子叶受病后变色扭曲而腐烂。在土壤中含菌量較多，以及环境条件不利于谷苗发育时，常因苗腐而造成出土前死亡現象，导致田間缺株并影响产量。

一般情况，幼苗受侵染者，于出土2—3寸时开始表現症状。叶片略微变厚和卷曲。叶背显現淺綠色至黄白色条紋斑。叶片生長滞緩。天气温暖潮湿时，叶片的背面出現灰白色粉状霜霉层。这一症状常被称为"灰背"。"灰背"的发生时期不限于苗期，从幼

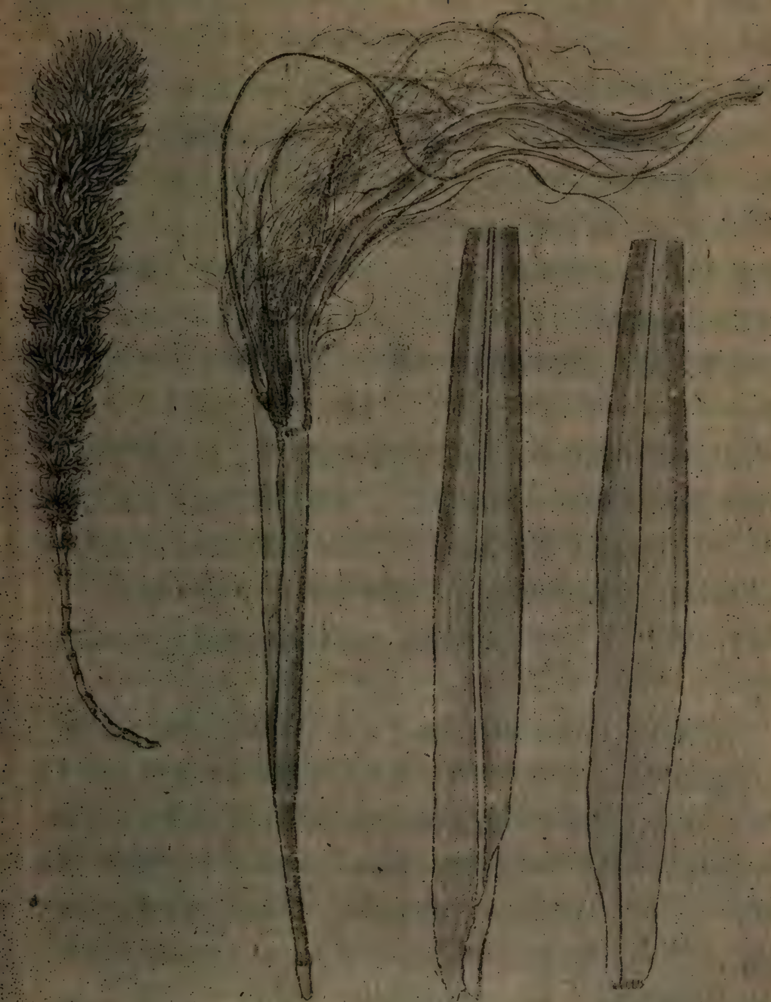


图 21. 粟白发病。

苗出土起以迄抽穗前均可能发現。病叶常卷折变黄并枯死。

有时在植株将近抽穗的阶段，下部叶片症状虽不甚明显，而心叶显現白色，不易展开。这一阶段的症状被称为"白尖"或"露心"。在这以后，白尖漸轉变为褐色。有些植株漸致枯死，直立而不能抽穗，形如棱标，故名"枪杆"或"枪谷"。心叶的組織漸裂成細絲状，有黃色粉状的卵孢子散落。这些絲状的殘余病組織漸变为白色，故名"白发病"。这个阶段也便是卵孢子大量散播的关鍵，故在防治措施中如推行拔除病株，須在这一阶段之前举行，也就是在"白尖"阶段拔除病株。一般病株約于白尖发生后7—10日卽呈白发状，并散落孢子。故拔病株工作須及时进行，以免卵孢子大量散播。

病株往往不能抽穗，卽使抽穗亦常呈畸形。內外穎轉变呈叶状，弯曲卷折，长短不一，互相卷抱，以致穗形短肥呈刺猬形。病組織漸破裂并散出黃粉状卵孢子。病穗常全部变为畸形以致不結种子。有时局部幸免并仍結种子。农村中称这一阶段的病状为"谷花"或"看谷老"。病穗有时呈卷縮状或絲状拥挤而生出，被称为"旋心"。

病原菌及其生物学特性　粟白发病菌 *Sclerospora graminicola* 属霜霉菌科。它的分生孢子世代和卵孢子世代先后出現于病組織上。在灰背阶段在叶背上出現的灰白色霜霉层乃是分生孢子世代。分生孢子梗系从組織內部的菌絲上生出，經由叶背的气孔露出外部。一个气孔生出一支至数支不等。分生孢子梗短肥而于頂部最肥处有粗短的分枝2—3个，这种肥大的分生孢子梗为本菌形态上的重要識別点。每一分枝的頂端又有小梗2—5个。小梗尖端各生有分生孢子一枚。分生孢子梗尺度約85—310×16—28微米。分生孢子为椭圓形至倒卵形，頂端有乳状突起，无色，透明，尺

度約为 13.3—24.7×11.4—17.2 微米。以游动孢子萌发。游动孢子腎形，在中部凹处生出鞭毛二支。在水中游动 15—40 分鐘后，鞭毛脫落，休止后，产生芽管。

有性世代为卵孢子，一般在“白尖”阶段形成于寄主組織內部，而于“白发阶段”成熟并散落田間。病穗的組織內也有大量卵孢子的产生。先是在病叶或病穗細胞間之菌絲上产生藏卵器，其邻近又生有雄器。經过授精后形成卵孢子。卵孢子圓形或长圓形。外垣的大部分和藏卵器壁紧密連接。孢子內部黃色，外垣赤褐色。卵孢子直徑約 29.9—41.9 微米。萌发时生芽管。

在本病的侵染循环里，卵孢子的傳播和越冬占极重要地位。在試驗室条件下，卵孢子能保存生活力达 35 个月；在田間条件下，至少可存活 23 个月。因此，附着在种子外面的卵孢子固可以越冬；留在田間的卵孢子也可以越冬。随同病組織掺入肥料固能使厩肥带菌，甚至在牲畜食用带菌的飼料后，卵孢子也可以通过牲畜的腸胃而不至全部死亡。在农业技术操作过程中，下列环节均足以导致卵孢子的傳播：(1)田間病株未經拔除，以致卵孢子落于地上；(2)收割后未将殘余病組織徹底清除以致卵孢子混入土中；(3)将带菌的殘余病組織混入堆肥；(4)用带菌的谷草飼养牲畜，以致厩肥带菌；(5)病株与健株混在一起收割和脫粒，以致卵孢子沾染于健全种子外部。試驗証明，在以上这些傳染途徑中，以(1)(2)两項所导致的土壤傳染为最重要。例如以卵孢子接种于种子外部，发病率为 3.3—12%；以卵孢子混和于土壤內并复于种子上方則发病达 34.8%；在使用含菌厩肥的試驗中，发病率为 9.5%。

侵染发生于幼苗时期。当谷种萌芽时，种子上或附近土壤內的卵孢子亦萌发并生出芽管。芽管直接入侵谷苗的芽鞘。然后以菌絲在芽鞘組織內滋长。一部分菌絲穿透芽鞘并入侵子叶，經由

子叶基部进入生长点。随着生长点的分化和发展，菌絲也就达到叶部和花序，导致叶、穗等部位的病变。試驗証明，谷芽的长度在2厘米以下时感染最多。长达2.5—3.0厘米則感染大为減少。3厘米以上者則不易感染。出土愈慢則来自土壤的侵染机会愈多。一般說来，初侵染是在幼苗期进行的，并且是来自卵孢子的萌发和侵入。

菌絲在叶片細孢間扩展，并經由叶背气孔生出分生孢子梗和分生孢子。也就是"灰背"阶段所見的霜霉层。分生孢子在侵染循环中并不重要。用分生孢子接种，仅在幼苗期能生侵染斑，但其后并不能发展为白发病的典型症状。以分生孢子接种于1.5尺以上的較大植株上卽不易感染病害。在自然情况下，来自分生孢子的侵染极少。

侵染与环境条件的关系 粟白发病旣以幼苗期的侵染为主，故播种期間的土壤温湿度对于侵染是有很大的影响的。

据俞大紱1935年研究，播种以后以迄幼苗出土时之土壤温度湿度与粟白发病侵染率之关系如下：

土壤湿度 / 病株百分率 / 土壤温度	較干 (摄水率40%)	潮土 (60%)	过潮 (80%)
11°(10—12°)C.	16.1%	28.5%	26.9%
20°(18—21°)C.	35.2%	52.4%	27.3%
28°(27—30°)C.	8.4%	9.1%	0.4%

土壤的温度和湿度除影响孢子萌发及谷芽出土的快慢和多寡外，温度也影响土壤水分的蒸发。反过来，蒸发量又影响土壤的温度。因此，土壤的温度和湿度互为因果，两个因素都和病原菌的侵染以及后来的发病率有連带的关系。土壤温度为20°C及土壤湿度

为60%时侵染为最多。土壤过潮则氧气缺乏，遏制了孢子的萌发，即使温度适宜，所生的侵染也比在較干的土壤內为少。

播种期的早迟与土壤温湿度有关，因而也与粟白发病的侵染多寡有关。一般播种較迟者，土温較高，并且获得雨水較多，发病往往較少。这和谷苗的迅速出土以及卵孢子萌发稀少有所关联。但播种过迟则影响产量，故在实际应用时，調整播种期一事并不簡单，还須根据当地气候条件經过試驗方能确定。

此外，播种的深度亦与侵染多寡有关。播种較深的，谷苗出土較慢，侵染机会亦較多。

病原菌的寄主范圍及谷子品种的抗病力：自1876年薩卡篤(Saccardo)在輪枝狗尾草(*Setaria verticilata*)上发現这个病害后，其他学者又在另一些杂草上找到同样病害，例如青狗尾草(*Setaria viridis*)金狗尾草(*S. glauca*)以及同属的 *S. magna*，和狼尾草属的 *Pennisetum typhoidum* 等。我国粟白发病菌除侵染谷子外，也能侵染玉米、黍和青狗尾草。惟玉米感染輕微，在黍上虽能发病但只产生少量的卵孢子。在青狗尾草上有时发病較重。用青狗尾草上的病菌接种于谷子上也有少量感染。惟用不同来源的病菌接种于不同的寄主品种上发病多寡并不一致。显示病原菌有不同的生理小种，不同的寄主品种之抗病力亦有差异。

谷子品种間对于此病的抗病力頗有不同。在抗病选种工作中，接种的方法很重要，进行大規模的品种抗病性測驗可采用干孢子拌种法，因为此法比較簡便。但此法所获的发病率不高。作为初步淘汰的尺度，可将发病較重的材料予以剔除。进一步作精确的測定时，則須用复盖病土法接种。其法系于上一年采集大量病株貯藏于室內，播种前將病株切成小段拌以細土，然后复盖在已播的种子上。

已往国内选出的品种"济南8号"、"南京12号"及"金平谷"等抗病力强，但"金平谷"的区域适应性不大。华北育成的"磨里谷"能抗白发病及粒黑粉病，"61谷"能抗白发病。

粟白发病的防治途徑和措施 根据粟白发病的傳染途徑，防治这个病害以防止土壤傳染为主要环节：(1)田間卫生，首先要拔除病株。在"白尖"阶段較易識别病株，一般約在"白尖"阶段以后1周至10天叶片变褐并散落卵孢子。故宜抓紧这一阶段的症状进行拔除病株，并將其深埋或焚毁。(2)施用无菌粪肥，要保証粪肥不沾染卵孢子。避免將病株、病叶、病穗搀入粪肥。(3)輪作。卵孢子在土壤內存活期約2—3年，故在发病严重谷田，宜考虑輪作，例如谷子与高粱輪作，輪作一年者病株百分率由38.3减低至3.7%，二年者降至2.0%，三年者降至0.5%。

种子处理的作用在于消灭附着于种子外表的卵孢子。一般表面消毒剂如升汞及甲醛均有一定作用，粉衣剂如賽力散之效果較佳。須在土壤內不含菌的基础上才能使种子处理获有优良效果。

第四节　玉米赤霉病和干腐病

玉米赤霉病和干腐病都能导致苗期和成株期的病害。在苗期发病的为苗枯症；在成株期发病的有莖腐、穗腐、种子霉烂等症状。这两个病害的病原菌不同，症状也有区别。玉米干腐病是对內檢疫对象。

1. 玉米赤霉病

导致玉米赤霉病的主要病原菌有两种。一为小麦赤霉病菌(*Gibberellazeae*)，另一为*G. fujikuroi*。前者除为害于玉米外，还导致小麦和其他禾谷类作物的赤霉病，关于它的形态和寄主范圍

可以参考小麦赤霉病一节的材料；后者除玉米外，也能为害于水稻等作物，可参閱水稻恶苗病专节的材料。

玉米赤霉病的症状依病原种类及其侵害的部位而不同。以穗腐症而論，其由于小麦赤霉病菌（*G. zeae*）入侵而致者作粉紅色或赤色腐烂，由穗尖向下蔓延。有时只是接近果穗尖端的部分腐烂，有时則系全穗腐烂，其腐烂之程度依侵入之时期及气候情况而不同。一般如入侵較早，雨水較多，則导致全穗腐烂。其由于 *G. fujikuroi* 侵害所致者則以个別籽粒腐烂为其特征，謂之粒腐。前者多发生于温带产区，后者多出現于比較潮湿的温带和亚热带产区。

受病的果穗內部常有菌絲。剝开苞皮即能見到菌絲和霉烂的籽粒。病粒呈粉紅至赤褐色或灰色。在玉米脫粒以后，由于病粒和健粒混和一处，有时較难辨認。重病粒表現紅色或灰色并附有菌絲；輕病粒的顏色晦暗，胚部癟縮或变褐。有时种子內部虽有菌絲而外部并不表現症状，将其置于洋菜平面上或潮湿皿內，漸能生出淡紅色菌絲。

如用带菌的籽粒作为种子时，常导致苗枯。苗枯之导源于 *G. zeae* 者，大都发生于幼苗出土以前或出土后的1—3个叶片时期，其根冠下节有褐色水漬状腐烂。苗枯之导源于 *G. fujikori* 者，多表現为根部腐烂，植株細弱。

以上两种病菌均能导致莖腐，致使植株早熟或折断。莖部及相联的叶鞘呈現褐色水腐，并产生粉紅色菌絲和分生孢子。后期并能产生黑色粒状的子囊壳。莖腐也发生于莖基部分和蔓延至根部，以致植株倒伏。

以上两种病菌的生活史頗相类似，均能在殘余病組織上越冬和腐生。并能潜存于玉米种子內越冬。初侵染来自土壤或带菌种

子。在幼苗出土前或出土后均可侵染发病。低温有利于苗枯症的发生。茎腐发生于結穗以后。这些病組織上产生的分生孢子經过风的傳播又达到果穗上。最后，孢子萌发，經由花絲进入果穗内部。腐穗上所产生的种子常常带有分生孢子或菌絲。

玉米赤霉病的防治着重于田間卫生。深耕可以促进田間病組織的腐烂，从而減少病原菌的数量。发病較重的玉米地可考慮輪作。其余参考小麦赤霉病一节的材料。

2. 玉米干腐病

玉米干腐病（*Diplodia spp.*）系由同一属的数种病原菌所导致。已往在美国及南非为玉米上的严重病害，此外，并分布于日本、阿根廷、巴西、新南威尔士、索馬里兰、怯尼亚、南罗得西亚、苏联等国，在国际檢疫上为重要病害。我国辽宁、云南、貴州等省較多，并在广东、山西、湖北、四川分别发現。为对内檢疫对象之一。

干腐病以在果穗和莖部的症状为最明显，此病虽可导致幼苗枯死，惟不如赤霉病苗枯之多。

果穗干腐輕重不一，輕者只有局部籽粒霉坏，重者全穗及苞片均腐。病害常系从穗的基部向上端发展。籽粒間有灰白色菌絲体，有时甚至蔓延至花絲上，呈白須状。病粒呈晦暗褐色。病部有黑色粒状体，为分生孢子器，分布于苞片、籽粒及护穎等处。穗軸輕而易折，剖面近护穎处亦生有分生孢子器。赤霉病所导致的穗腐籽粒常敷有粉紅或紫紅色菌絲体，且无分生孢子器，与干腐病不同。

莖部干腐发生較迟，常在果穗受粉以后才表現症状。莖腐系导源于叶鞘的侵染。叶鞘先出現紫紅色至深褐色病斑并延伸到节部及节間。叶鞘与莖秆夹层中常有菌絲。莖腐也常由气生根和根冠向上蔓延，导致早熟或畸形的叶状果穗，并使莖秆易于折断，病

部亦于后期出現分生孢子器，一般先出現于节部。

我国已見报告的病原菌有三种。

Diplodia zeae 在辽宁、山西、湖北、广东、四川及云南等省已經查到。分生孢子器燒瓶状或不規則状，埋生，孔口外露。分生孢子圓筒至棍棒状，淺褐色，双細胞，尺度 15—33×3—7 微米(23.4×5.5 微米)。

Diplodia macrospora 在广东、四川、云南及貴州等省已經查到，这个种的分生孢子較大，尺度 35.02—95×4.94—13 微米(67.8×6.18)。它的長度約为 *D. zeae* 的二倍多。一般有隔膜一个，也有二或三隔膜甚至无隔膜的。

Physalospora zeicola(*D. plodia frumenti*)仅在山西查到。我国所見分生孢子世代的孢子为深褐色，橢圓形。一般有一隔膜或无隔膜。尺度 19—31×11—15 微米(25.3×13.3 微米)。国外記載的子囊世代的子囊売黑色，孔口外露，有錐形頸，子囊棒状至圓筒形，內有子囊孢子 8 枚，作双行排列。子囊孢子橢圓形，无色，单孢，20—23×8—9 微米。

Physalospora zeicola 所致的症状与前两种不同。莖秆病斑有長形裂口，黑色粒状体較大，分生孢子器隆起，成堆聚生，不似其他两种的孢子器分散着生。这种病菌所致的果穗干腐严重时全穗变黑，病粒黑色，常复有深褐至黑色菌絲体。

D. zeae 以菌絲及分生孢子器在病殘物上越冬。如寄主死亡較早則当年秋季卽产生分生孢子器，一般系在来年春季或夏季才产生。病株上的分生孢子器能保存到三年并仍产生孢子。病菌在田間除于殘余病組織上生存外，并能在土壤內腐生一定时期。

这是一个局部侵染型的病害。成長植株的地上部分侵染大都来自菌絲的直接接触。例如玉米叶鞘內如有孢子落入，則萌发后

发展为菌絲，經由莖基或不定芽侵入寄主組織內部。病菌还可經由花絲、穗梗及果穗苞叶的空隙侵入。田間病殘物除产生分生孢子器外，这上面的菌絲也能直接侵入幼苗的地下部分。但成株的发病并不是来自幼苗感染。菌絲还能够在儲藏期間侵害果穗及种子。

D. zeae 生长的最适宜温度为 28—30°C(最低 10—15°C)。分生孢子器須吸收水分才能放出孢子。孢子經由气流傳播，大致可达 960 米之远。一般以有雨水为发病的重要条件。例如 8, 9 月間多雨則叶鞘內积水，有利于孢子在叶鞘間的萌发和菌絲的发展及侵入。莖穗及莖鞘等处的机械伤口也为病原开辟侵入的条件。

在防治上应注意下述几点：(一)田間卫生頗为重要，徹底搜集病殘物并予集中銷毁。(二)发病严重的玉米地須輪作 2—3 年。(三)选用无病种子。种子拌药可减少苗期病害，但并不能防止成株期的局部侵入。(四)选育抗病品种。

第五节 玉米的叶部病害

1. 玉蜀黍褐斑病

玉蜀黍褐斑病主要分布于温暖潮湿的地区。我国长江流域的玉米产区如江苏、四川等地发生較重。陕西关中的渭河流域下塬地带以及山东、河南等省亦有此病。除具有經济意义外，此病的病原菌为古生菌綱的低等眞菌，在眞菌分类上具有典型意义。

病斑主要出現于叶、莖等部。在叶鞘及叶片上初呈白色至黃色小点，漸变为褐色或紫褐色形状不定的病斑，叶斑的直徑約 1 毫米，常并合成長方块状，以在叶片及叶鞘交界处为最多。病斑发生于叶脉及主脉附近者常較大，直徑約 5 毫米。病斑附近的叶組織

常呈紅色。在玉米接近成熟时，病斑的表皮破裂，露出褐色粉状物，为病原菌的孢子囊。由于病部的薄壁細胞被毁，以致病叶局部散裂，叶脉及維管束殘存如絲状，病斑过多则叶片枯死。莖秆易于折断。

病原菌 *Physoderma zeae-maydis* 为一种眞菌，隶古生菌綱。无具体的菌絲，系以营养体寄生于寄主細胞内。营养体为一組无色膨大的营养細胞，由分歧的絲状物将其互相联系，成为具有貯藏作用的細胞体系。每一寄主細胞内有营养体細胞一个至数个。除以絲状物互相联系外，并由絲状物穿越寄主細胞，扩大其体系。

病原菌的营养体成熟时，絲状体消失。营养体的胞膜加厚，成为休眠胞子囊。呈淡黄色，椭圓形。直徑約 18—24×20—30 微米。一面扁平，形成圓盖。在休眠孢子萌发时，圓盖裂开，放出游动孢子 20—30 枚。游动孢子为梨状，直徑約为 5—7×3—4 微米。尖端有鞭毛一支。

休眠孢子囊能抵抗不良环境，能耐 0—10°C 的低温，在土壤内越冬。落在土壤内的或存在于殘余病組織内的休眠孢子囊为次年初侵染的病菌来源。它也能通过牲畜腸胃而不死，厩肥内如混有休眠孢子囊，则亦能傳布为害。最适于休眠孢子萌发的温度約在 28—29°C，最低約为 23°C。故在次年夏季温暖的时节，如遇有这种温度，并保持高温高湿达 12—48 小时，胞子囊即可萌发，放出游动孢子。雨水有利于游动孢子的活动和冲濺傳播。游动孢子的活动停止以后，鞭毛收縮，萌发出侵染絲，經由气孔入侵，但也能直接穿破表皮而入侵。侵入以后，在寄主的細胞内形成膨大的营养体，并以絲状体延伸到邻近的寄主細胞内，形成营养細胞的体系。最后形成休眠孢子，完成其生活史。

病菌的活动需要雨水和高湿度，并且需要 23°C 以上至 30°C

的温度，这样才有利于休眠孢子的萌发。因此，在北方干燥地区此病較少发生。在玉米栽培区域内，低洼潮湿地区发病較重，高燥地区則发病較少。在地势較高之处，夜間温度較低，亦不利于此病的发生。在一般的情况下，此病大部发生于温度較高的时期，故常出現于玉米生长的中期或后期。田間排水不良者，由于湿度較高，发病較多。

这个病害的休眠孢子囊主要是在土壤中越冬。因此，在防治上应注意土壤傳染問題。休眠孢子囊能在土壤中保持生活力达1—2年，故在玉米連作地內，常因休眠孢子囊随同殘余病組織在土內逐年累积而藏有較多的病菌，发病往往較重。玉米地进行深耕，可使病組織深埋入土，有助于消灭或促使病菌孢子的死亡。发病較重的玉米地須行輪栽，以間隔二年为穩妥。在生长季內注意檢查病株并割除病叶，在收获后清除病株，予以焚毁，頗属重要。由于病原菌的休眠孢子能通过牲畜的腸胃而不死，故不宜用病叶作飼料，以免廄肥受其沾染。勿用带菌廄肥作为玉米的肥料，以减少病菌的来源。至于田間排水則为降低湿度的重要措施，在低湿地带是必要的。选育抗病品种固为基本防治途徑，但目前尙无抗病品种可資推广。尙有待于研究和选育工作的开展。

2. 玉蜀黍大斑病（玉米煤紋病、玉米条斑病）

玉蜀黍大斑病的分布很广，乃是这个作物上的重要病害之一。近年来在陝西渭河流域一带发生普遍，已引起栽培家的注意。每年发生情况輕重不一，故損失尙难估計。

病斑发生在叶片上。有时也能延伸到叶鞘上。最初出現时呈水漬状，漸轉变为淡橄欖色至褐色以及枯黄色。病斑大而呈梭状，边緣褐色，有时发展为不規則的长条状。在温暖潮湿的气候条件下，病斑上产生分生孢子梗及分生孢子。尤以叶的背面为多。作

灰褐色霉粉状，故又称煤紋病。

在病势发生較重时，叶片枯死，以致光合作用大受影响。籽实不飽滿，甚至不結籽实，以致产量減少，有时雌、雄花序亦能受到感染，但比較少見。

病原菌为半知菌类蠕虫菌属的 *Helminthosporium turcicun*。当菌絲在病斑內部扩展到成熟阶段时，即生出分生孢子梗，每丛 2—6 枝，經由气孔伸出病組織之外。分生孢子梗为橄欖色，有隔膜 2—4 处，梗的尺度約为 150—250×7—9 微米，它的細胞較本属中的其他病菌为长。分生孢子为蠕虫状，其尺度大小差异甚巨，一般約为 45—132×15—25 微米，有隔膜 3—8 处。孢子的形状为直棒状，有时稍微弯曲，中央稍寬，两端漸狹，淡橄欖色，由頂端萌发。

这种病菌除侵害玉米外，还能侵害高粱和苏丹草。但在不同作物上所得到的菌种其致病力常有差异。例如苏丹草上的条斑病菌不能侵染玉米。一般認为有生理小种的存在。

病原菌以分生孢子及菌絲在殘余病組織上于田間越冬。成为次年初侵染的来源。侵入后再于病斑上产分生孢子，傳播并扩大再侵染。分生孢子的产生以在 20—28°C 为最适宜，但11—12°C即可产生，最高不超过 30—33°C。发病的最适溫度在 30°C 以下。湿度高而溫度不过高时則有利于病害之发生。一般常发生于晚夏和初秋。在玉米結穗期多雨則易于发病，晚播的玉米受害較重。

这个病害的防治着重于田間卫生。苏丹草上的条斑病菌虽能經由种子傳染；但在玉米，則仍以田間殘余病組織上的越冬病菌为主要的初侵染来源。檢除殘余病組織，并結合冬耕深翻土壤，对于消灭病源是有好处的。晚播則植株发育較迟，遇到秋初多雨时极易遭受此病侵害，故在秋季多雨地区須避免晚播。品种的抗病性頗有差异，外来品种常遭严重侵染，故选育抗病品种頗为重要，而且在推广外来的新品种之前，最好先行测定其在新地区的抗病

力。

3. 玉蜀黍小斑病、玉米胡麻斑病(玉米叶斑病)

玉蜀黍小斑病在陕西的关中，以及东北、江苏、广西等地的玉米地內皆有发生，但不似条斑病之普遍和严重。惟南京曾有发病率 90% 的記录，故在个别地区有时可能为害較重。

此病发生于叶片、叶鞘及苞片等部分。下部叶片最先发病。初为半透明的水漬状斑点。漸发展为楕圓形幷在叶脉間逐漸延伸。病斑为黃褐色，边緣赤褐色，輪廓淸楚，斑內有輪紋 2—3 道，幷且比条斑病的病斑小得多。最后也产生暗褐色霉絨。病斑也能合幷而成較大的斑块。雌穗苞皮受侵染后亦产生病斑，雄花花序受侵染后病斑不甚显著。

病原菌 *Cochliobolus heterosirophus* 为一种子囊菌。子囊壳产生于枯老的病組織上，黑色楕圓形，直徑約 400 微米，有頸及啄状孔口。子囊为棍棒形。每一子囊內有綫状的子囊孢子 4 枚。子囊孢子有隔膜，作卷曲或螺旋状排列于子囊內。

通常在病斑上所見的霉絨为病原菌的分生孢子阶段 (*Helmin Thosporium maydis*)。分生孢子梗 2—3 成丛，从气孔伸出病組之外，长度約 120—170 微米，橄欖色。这个病菌的分生孢子亦为蠕虫形，但較条斑病菌的分生孢子为細，顏色較深，幷且較为弯曲，两端略圓。分生孢子的尺度約为 30—115×10—17 微米。

这个病害的侵染循环与条斑病頗相类似。也是在田間殘余病組織內越冬，成为次年初侵染的来源。病斑发生后，生出分生孢子，由风傳播。在玉米生长期間的任何阶段只要气候环境适合均能入侵。其溫度要求較条斑病为高。分生孢子萌发所需溫度約以 26—32°C 为最适。故一般以在南方溫暖的玉米产区发生为重。

这个病害的防治途徑与玉米条斑病相同。

第六节　高粱的叶部病害

1. 高粱炭疽病(黑点叶枯病)

高粱炭疽病分布頗广，除为害于叶部外，并能导致苗枯。

此病多发生于植株发育后期。叶片上病斑为椭圓形至长条状，中部褐色，边緣深紫色或深紅褐色，其色澤的深淺依品种而不同。病部漸产生黑粒状分生孢子座，为其特征。穗軸受侵染則于护穎上表現紅褐色或橙黃色病斑。幼苗受病者亦表現为叶部之病斑，受害較重者叶部枯死。

病原菌为 *Colletotrichum graminicolum*，但亦有将 *Colletotrichum lineola* 列为其病原者。惟后者曾被归納于 *C. graminicolum* 一种之內。此外，在江苏、河北及湖北曾发現有 *Vermicularia graminicola* 所致之炭疽病，其症状与此頗相类似。

Colletotrichum graminicolum 的分生孢子盘为椭圓形，有長而尖的剛毛，分生孢子无隔膜，細長(18—26×3—4 微米)，尖端略弯。*Colletotrichum lineola* 的分生孢子尺度約为 20—28×3—6 微米。*Vermicularia graminicola* 的分生孢子盘能着生于病斑內外。孢子盘的四周及中央均有剛毛，孢子作月牙形，两端尖而弯曲。

C. graminicolum 系殘存于病組織上于田間越冬。种植带菌种子則导致苗枯，雨水及高溫(30°C)有利于侵染及发病。

此病的防治着重于輪栽及选育抗病品种。种籽处理可防止发生苗枯。

2. 高粱紫斑病(紫輪病)

高粱紫斑病在东北、陝西、四川、山东及江苏皆有发生，惟为害

不及炭疽病之严重。

发生于成熟期，叶斑长圓形，紫紅色，漸扩大并合并为不規則形。有时带有輪紋。

病原菌 *Cercospora sorghi* 的分生孢子梗散生于病斑上，暗色有隔膜，尺度約为 69—96×5.5 微米。分生孢子无色，鼠尾状，尺度約为 69—88×5—7 微米。基部鈍圓，頂端稍尖。以菌絲块在寄主殘余組織內越冬，次年产生分生孢子，傳播并侵染叶部。

本病的防治法同高粱炭疽病。

第七节 谷子的叶部病害

1. 粟瘟病（粟灰斑病）

粟瘟病在陝北发生較重，东北、华北、河南、江苏及四川亦有发現。有时为害甚大。

此病主要发生于叶片、叶鞘及莖上。病斑初为橢圓形或紡錘形青褐色，其后扩大，直徑約 3—7×1—4 毫米。边緣紫褐色，中部灰白至灰褐色，形如蛙眼，与稻瘟病斑相近似。病斑較多，发展較烈时，叶片枯死。

病原菌 *Piricularia setariae* 的分生孢子为洋梨状，有隔膜 2—4 个，尺度約 14—35×5—12 微米，底部有小型的脚胞。此菌与稻瘟病菌同属，除侵害小米外，并能侵染狗尾草。

病原菌在殘余病組織上在田間越冬，或以孢子附着于种子外部傳播。孢子萌发的最适溫度約为 25°C，在 20°C 需 3 小时，在 35°C 需 6 小时才萌发。在培养中生长最适溫度約为 26—28°C，最低 8—9°C，最高 36—37°C。过量施用氮肥有利于发病。

防治途徑：(1)采用无病种子并用賽力散拌种。(2) 清除田間

病株及残余病組織。(3)避免过多的施用氮肥。

2. 粟胡麻斑病(粟斑点病)

粟胡麻斑病分布很广，为較常見的病害。

自苗期至成株期皆可发生，主要发生于叶部，但在叶鞘及穎上亦可发生。病斑初为椭圓形或紡錘形黃色点。边緣不明显。漸发展为褐色至黑褐色椭圓形斑点。尺度約 1—5×0.5—1.5 毫米。較粟瘟的斑点为小，且无灰白色中心部分。

病原菌 *Helminthosporium setariae* 的分生孢子为蠕虫状。圓筒形或紡錘形，橄欖色，尺度約 20—135×10—20 微米，有隔膜 1—12 处，大多数为 8 处。发育最适溫度为 30—32°C，最低 7—8°C，最高 35°C。

防治途徑同粟瘟病。

参考文献

俞大紱：小米抗粒黑穗病之研究(英文)，中国实驗生物学，1(3)：235—240，1937。

俞大紱、陈鴻逵、黃　亮：Experiments for Controlling Kernal Smut of millet. Bul. № 14 (N. S.) Col. of Agric, The Univ. of Nanking, 1934。

Porter, R. H.、陈鴻逵、俞大紱：Smut Resistance in millet, Phytopath 20(11)：915—916, 1930。

俞大紱：谷子白发病，植物病害丛刊第一种，1951。

俞大紱：谷子白发病的防治，农业科学通訊，1956(5)，300—301。

华北农业科学研究所农作物系：华北农业科学研究所选育的农作物优良品种，农业科学通訊，1956(4)：223—226。

仇　元：小麦赤霉病，植物病害丛刊第六种，中国植物病理学会，1952。

張志雍等：玉米穗上玉米干腐病症状的識別和鉴定，植病知識1(3)：31—35, 1957。

張志光：广东省发現对內植檢对象玉米干腐病初报，植病知識 1 (3)。

Dreschler, C. Some Graminicolous Species of Helmin Thosporium. Jour. Aqr. Research 24:641—740, 1923。

Eddins, A. H., Tnfection of Corn Plants by physoderma zeaemaydis shaw, Joar. Agr. Research 46:241—253. 1933。

王淸和：小米白发病接种方法試驗，福建农业，2:78—82, 1941。

卜慕华、夏宏世：关于拔除白尖防治白发病的几个問题，农业科学通訊，3(11)：21，1951。

俞大紱等：粟粒黑粉病种子消毒試驗，中华农学会报，122：1—18，1934。

相望年：粟粒黑粉病种子消毒試驗，农报，9：229—231。

王济熙：Physielogic specialization and the Control of millet smut, Phytopathology 34:1050—1055, 1944。

卜慕华、司权民：谷子黑穗病菌生理分化研究第一次报告。科学，32：[illegible]—219，1950，中国植物病理学会会訊，1—5、26，1951。

陈鴻逵：高粱炭疽病研究摘要，中华农学会丛刊，64—65：159—160，1928。

同上：高粱炭疽病的継續研究，中华农学会报，140(1)：37—38，1935。

刘国华：小麦、高粱、谷子种籽消毒法，东北农业，13：37—40，1950。

李承先：玉蜀黍品种对于黑穗病抵抗性之試驗，西北资源，2(2)：50—60，1946。

俞大紱：Studies on Helminthosporium leaf spot of maiz（玉蜀黍叶斑病之研究），Sinensia 3：273—318，1933。



統一书号 16010.783
定价¥ 0.85